This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

FA6660.60

TRANSFERRED TO
FINE ARTS LIBRARY

TRANSFERRED TO
FINE ARTS LIBRARY

HARVARD COLLEGE
LIBRARY

VE RI TAS

BOUGHT WITH
MONEY RECEIVED FROM
LIBRARY FINES

TRANSFERRED TO
FINE ARTS LIBRARY

BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE.

TRAITÉ PRATIQUE
DE
PHOTOCHROMIE

PAR

Léon VIDAL,
Professeur à l'École nationale des Arts décoratifs

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE,
ÉDITEUR DE LA BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE,
55, quai des Grands-Augustins.

1903

TRAITÉ PRATIQUE
DE
PHOTOCHROMIE.

32310. — Paris, imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.

BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE.

TRAITÉ PRATIQUE

DE

PHOTOCHROMIE

PAR

Léon VIDAL,

Professeur à l'École nationale des Arts décoratifs.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE,

ÉDITEUR DE LA BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE,

55, quai des Grands-Augustins.

—

1903

(Tous droits réservés.)

FA 6660.60

Printed in France.

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

AVANT-PROPOS..... XV

INTRODUCTION.

Étude de la lumière et de la couleur.... 1

Spectroscope à main..... 1
» sur pied..... 2
» pour chambre noire..... 3
Chambre spectrographique..... 7 et 8
Principes de l'action du spectroscope. Réfraction... 9
» » » Dispersion .. 12
Principes des chromoscopes et chambres trichromes. 13 et 14

CHAPITRE I.

Considérations générales sur les couleurs.. 15

Définition de la couleur. Spectre..... 16
Décomposition de la lumiere blanche..... 16
Spectres divers..... 17
Couleurs complémentaires..... 18 et 19
Division conventionnelle du spectre donné par le prisme et espace occupé par chaque couleur..... 21
Division conventionnelle du spectre donné par un réseau de diffraction..... 23
Espaces occupés par chaque couleur..... 24
Longueurs d'onde en $\frac{1}{10000000}$ de millimètre..... 25
Pureté, luminosité et teinte des couleurs..... 25

Pages.
Tableau de quelques luminosités..... 26 et 27
» » teintes..... 28
» des quantités de lumière colorée contenues dans 1000 parties de lumière solaire blanche..... 29
Courbes d'absorption..... 31 à 33
Lumière blanche réfléchie..... 34
Test formé de couleurs pigmentaires..... 35 et 36

CHAPITRE II.

Théorie des couleurs.

Couleurs fondamentales de David Brewster..... 39
Erreur démontrée..... 41
Expérience de Rood..... 42 et 43
Courbes de Maxwell..... 45

CHAPITRE III.

Historique de la photographie des couleurs. 47

Travaux de E. Becquerel..... 48
» de Poitevin et de Niepce de Saint-Victor.. 49
Découverte Lippmann..... 50
Méthode de Clerk Maxwell..... 50 et 51
» de Henri Collen..... 51
Méthode de Louis Ducos du Hauron et Ch. Cros... 53
Explication de M. Davanne à ce sujet..... 54
Lettres de Ch. Cros et de Ducos du Hauron déterminant d'une façon précise les questions de priorité..... 54 à 59
Résumé de la méthode de Ducos du Hauron. 61 à 66
» » de Cros..... 66 à 71

CHAPITRE IV.

Reproduction directe des couleurs, méthode interférentielle de M. Lippmann..... 75

Méthode opératoire..... 80

Pages.
Étude du même sujet par MM. Lumière..... 83
Leur formule d'émulsion..... 83 à 85
Leur dispositif pour projections..... 89
Suggestion relative à un procédé d'impression par la méthode interférentielle..... 89 à 93

CHAPITRE V.

Photographie indirecte des couleurs.... 94

Spécification des procédés indirects..... 94

CHAPITRE VI.

Écrans colorés ou milieux sélecteurs propres à l'analyse des couleurs..... 101

Décomposition de la lumière blanche..... 102
Rôle des trois écrans colorés..... 104
Utilité du chromoscope comme moyen de contrôle.. 107
Préparation des écrans..... 108
Écrans Sanger Shepherd..... 110 et 111
Matières colorantes à employer..... 112
Écrans mobiles interchangeables à l'intérieur de la chambre noire en arrière de l'objectif..... 113
Emploi des vitroses pour écrans minces..... 114
Écrans au collodion..... 115
Cuves pour milieux colorés..... 116 à 121
Plaques sensibles, leur développement..... 122 à 125
Leur essai sur gammes colorées..... 126
Appareils spéciaux..... 127 à 135

CHAPITRE VII.

Moyen de synthèse optique..... 136

Photochromoscope..... 136 à 149
Dosimètre des couleurs..... 150 à 160
Lanterne triple pour projections trichromes. 161 à 165

*

CHAPITRE VIII.

Pages.

Autres moyens de synthèse optique..... 166

Méthode de M. Joly..... 166 à 170
» de M. Brasseur..... 170
» de M. Mac Donough..... 171
» de M. Wood..... 171 à 182

CHAPITRE IX.

Procédés de synthèse par absorption.... 183

Procédé trichrome sur pellicules..... 183 à 189

CHAPITRE X.

Photographie des couleurs de MM. Auguste et Louis Lumière..... 191 à 221

CHAPITRE XI.

Reproductions en couleurs avec des pigments colorés solides..... 222

Premières épreuves trichromes de cette sorte..... 223

CHAPITRE XII.

Application des procédés photomécaniques à l'impression des épreuves en couleurs.... 228

Photocollographie..... 229
Photo-aquatinte..... 230
Phototypographie..... 231
Châssis rotatif à trames..... 236
Diaphragmes spéciaux..... 239
Décomposition d'un chromogramme tramé.. 241 à 243

CHAPITRE XIII.

Pages.

Utilité d'une quatrième impression et cas divers justifiant son emploi 245

Presse à quatre impressions de MM. E. Lambert et Cie 248

CHAPITRE XIV.

Diagramme des couleurs combinées 251

Charte des trois couleurs de M. J.-G. Warbury... 251 à 257

CHAPITRE XV.

Couleurs primaires du spectre et complémentaires pour positifs 258

Sensitomètre Chapman Jones ..... 260 à 265

CHAPITRE XVI.

Applications.

Applications 266

APPENDICE.

Chambre spectrographique de diffraction 271
Photographie directe des couleurs à l'aide de matières colorantes, par le Dr Neuhauss 283
Expériences de photographie en couleurs de M. Worel 290
Contribution de Clerk Maxwell à la photographie des couleurs 294
Méthode de développement basée sur la durée 309

Pages.

Portrait d'après nature par M. le Professeur Miethe 311
Écrans propres aux plaques panchromatiques..... 313
Emploi d'une quatrième couleur dans les impressions phototypographiques polychromes et formation de ce quatrième négatif..... 314
Cinématographie en couleurs..... 317
Permanence des couleurs..... 319
Transfert sur toile, sur bois, ou sur tout autre support définitif des images polychromes..... 320
Retouche des négatifs pour les impressions polychromes..... 321
Préparation de mixtions colorées pour les impressions polychromes par le procédé dit *au charbon* et le procédé à la gomme bichromatée..... 322
Absorption des radiations ultra-violettes..... 324

TABLE

DES FIGURES ET DES PLANCHES.

Fig.		Pages.
1.	Spectroscope à main	1
2.	» sur pied	2
3.	» pour chambre noire	3
4 et 5.	Décomposition de la lumière blanche	4
6.	Spectre en couleurs	5
7.	Synthèse de la lumière décomposée	6
8 et 9.	Chambre spectrographique	7 et 8
10.	Exemple de réfraction	10
11.	Déplacement d'une tache d'encre	10
12.	Réfraction à travers une plaque à faces parallèles	11
13.	Réfractions à travers des plaques obliques (prisme)	12
14.	Dispersion à la surface	12
15.	Dispersion par des plaques parallèles	13
16.	Vision simultanée d'une image double	13
17.	» » » triple	14
18.	Spectres divers	17
19.	Combinaison de deux couleurs complémentaires	19
20.	Raies fixes du spectre solaire	20
21.	» » » normal	23
22, 23, 24 et 25.	Spectre des radiations rouge orangé, rouges, vertes, bleu, violettes	31 à 33

Fig. Pages.
26, 27 et 28. Radiations photographiées à travers des écrans colorés..... 37
29 et 30. Fusion de deux couleurs complémentaires. 41
31 et 32. Empiétement de deux spectres..... 42, 43
33. Courbes de Maxwell..... 45
34 et 35. Interférences..... 80, 81
36. Châssis à mercure Lippmann..... 81
37. » » Penrose..... 82
38. Dispositif de l'appareil..... 82
39. Châssis Lumière..... 86
40 et 41. Châssis Valenta..... 86, 87
42 et 43. » Contamine-Richard..... 87, 88
44. Dispositif pour projections..... 89
45. Combinaison de trois lumières colorées..... 102
46. Spectre normal..... 104
47. Écrans Sanger Shepherd..... 109
48. Boîte pour les châssis..... 110
49. Porte-objectif avec châssis..... 111
50. Écrans à volets intérieurs..... 113
51. Cuves pour écrans colorés..... 117
52. Boite porte-écran..... 117
53 et 54. Cuve circulaire..... 118, 119
55. Cuve circulaire placée devant l'objectif..... 119
56 et 57. Cuve desideratum..... 120, 121
58 et 59. Chromographe Ives..... 129, 130
60 et 61. Chromographe Nachet..... 132
62 et 63. Dispositifs pour trois images simultanées. 134
64 et 65. Chromoscope Nachet..... 138, 140
66 et 67. Kromscop Ives..... 142, 143
68. Dispositif pour l'éclairage artificiel..... 143
69. Disque du dosimètre des couleurs..... 150
70. Chromoscope muni des disques rotatifs..... 151
71 et 72. Lanterne triple..... 162
73 et 74. Procédé Joly..... 168-169
75. Trajet des radiations rouges (Procédé Wood). 173
76. Réseaux superposés » . 174
77. Épreuve » . 175
78. Appareil pour voir » . 178

Fig. Pages.
79. Lumière transmise par les écrans colorés..... 203
80. Action des différentes régions du spectre sur des plaques sensibles au vert, au rouge ou au bleu..... 205
81. Table à superposition..... 217
82. Châssis rotatif..... 236
83. Position de la trame..... 237
84 et 85. Diaphragmes spéciaux..... 239
86, 87 et 88. Monochromes d'un chromogramme tramé..... 241, 242, 243
89 et 90. Clef du diagramme des couleurs combinées..... 253, 255
91. Schéma du sensitomètre Chapman Jones..... 260
92 et 93. Essais sensitométriques..... 261
94. Chambre noire de diffraction..... 272
95. Essais spectrographiques..... 280, 281

Pl. I. — Combinaison des trois radiations primaires..... 101
Pl. II. — Écran spécial du procédé Joly..... 168
Pl. III. — Charte des trois couleurs de P.-C. Warbury..... 255
Pl. IV. — Passage des couleurs primaires aux complémentaires..... 258
Pl. V à *VIII.* — Type de photochromie industrielle. 266
Pl. IX. — Epreuve trichrome d'après nature..... 241
Pl. X à *XIV.* — Épreuve en quatre couleurs tirée sur presse Lambert, avec les quatre composantes..... 248

AVANT-PROPOS.

Parmi les nombreuses applications de la Photographie, il n'en est pas de plus intéressantes que celles qu'on en fait à la reproduction des couleurs, bien que cet art spécial soit encore dans l'enfance.

Mais c'est bien parce qu'il reste fort à faire avant de l'avoir amené au point de perfection vers lequel il tend chaque jour davantage, qu'il est utile de vulgariser les notions déjà étendues que l'on possède sur le puissant concours que la Photographie peut donner dès maintenant à la reproduction des objets polychromes.

Il ne saurait être douteux que les difficultés, les complications contre lesquelles il faut lutter dans l'emploi de la Photographie à la sélection des couleurs primaires ne se trouvent graduellement diminuées; l'attention des chercheurs et des praticiens

ne cesse d'être dirigée de jour en jour vers de nouveaux progrès.

Il est donc opportun de faciliter, par une publication résumant les principales données de cette question, les recherches nouvelles et, tout au moins, les si attrayantes applications que l'on peut faire des procédés polychromes, même en leur état actuel.

C'est là la raison d'être de ce Traité. Il aurait pu être plus étendu, plus détaillé, mais nous avons pensé qu'il y avait intérêt à limiter cet Ouvrage aux seuls faits essentiels de cet art spécial, tout en donnant assez de détails pour permettre aux amateurs comme aux professionnels d'en tirer un parti agréable ou utile. Avec les indications qu'il contient, on peut arriver à l'obtention de résultats très satisfaisants et avoir des bases suffisantes pour en rechercher de plus parfaits encore.

Pour l'industriel des impressions polychromes, il y aurait évidemment beaucoup plus à dire; mais ce travail doit faire l'objet d'une publication absolument spéciale appelée à faire suite à celle-ci; c'est pourquoi la question des impressions photomécaniques polychromes n'a été ici résumée que de façon à en donner un simple aperçu.

Le *Manuel de l'imprimeur photopolychrome* devra nécessairement compléter cette œuvre et fournir aux professionnels des méthodes pratiques à l'aide desquelles ils pourront travailler industriellement.

TRAITÉ PRATIQUE

DE

PHOTOCHROMIE.

INTRODUCTION.

ÉTUDE DE LA LUMIÈRE ET DE LA COULEUR.

Quand nous désirons étudier un objet complexe, la première chose à faire c'est de l'isoler.

Si nous voulons étudier la couleur il est donc nécessaire de trouver une source de couleurs et d'isoler les radiations dont elle se compose à leur état le plus élémentaire ou primaire.

La source de couleurs la plus convenable est la

Fig. 1.

Spectroscope à main.

lumière blanche; il y a bien des moyens d'isoler ses radiations colorées composantes, et les plus convenables de tous sont la *dispersion* et la *diffraction*.

L'instrument nécessaire à cette étude est celui

qui est connu sous le nom de *spectroscope* (*fig.* 1, 2 et 3).

Un rayon de lumière blanche, après avoir tra-

Fig. 2.

Spectroscope sur pied.

versé un spectroscope, en sort en formant comme un éventail composé d'une collection de rayons colorés dans laquelle tous les rayons constituants sont séparés (*fig.* 4 et 5) [1].

---

[1] Le spectroscope est un tube à l'intérieur duquel se trouve

Fig. 3. Spectroscope pour chambre noire.

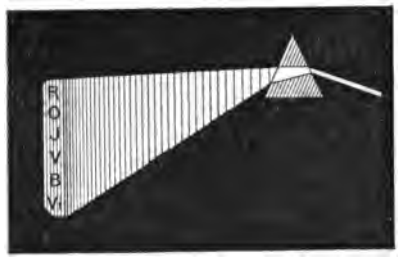
un prisme ou un assemblage de prismes; à l'extrémité du tube est une fente étroite.

Si l'on regarde par l'oculaire, le rayon de lumière blanche admis par la fente est décomposé par le prisme, et l'œil reçoit les sensations du spectre ; il se produit l'effet indiqué par la figure 6.

La figure 6 donne l'idée d'un spectre de la lumière solaire.

La seule fonction de cet instrument est d'opérer

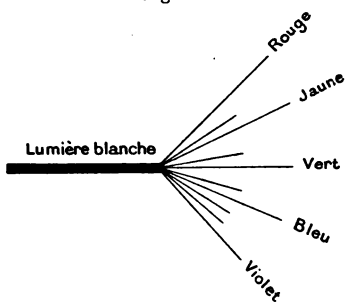
Fig. 4.



cette séparation des radiations diverses sans y apporter aucun autre changement.

C'est avec des radiations ainsi réduites à leur

Fig. 5.



état élémentaire que doivent se poursuivre les expériences.

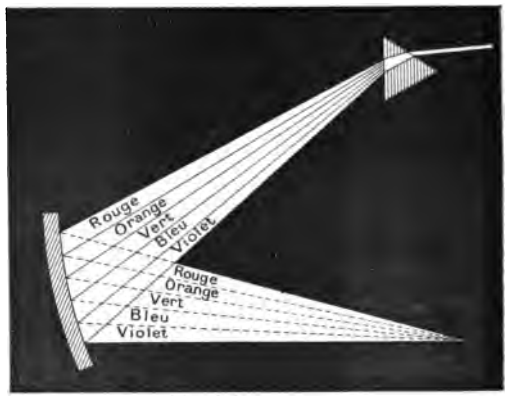
Fig 6.

SPECTRE EN COULEURS.

Ce spectre de la lumière solaire n'est pas le même que celui d'autres sources de lumière, et les rapports des espaces colorés dans ce spectre peuvent varier suivant le mode de décomposition employé si, par exemple, on compare entre eux les deux spectres obtenus, l'un à l'aide d'un prisme et l'autre avec un réseau de diffraction.

On sait que, si la lumière ainsi décomposée est

Fig. 7.



réfléchie au foyer d'un miroir concave, on reconstitue la lumière blanche initiale (*fig.* 7).

Qualités que doit avoir un spectroscope. — La première de ces qualités c'est qu'il soit spécialement adapté à la nature particulière des services qu'il doit rendre ; il convient donc de se préoccuper de l'œuvre à laquelle on le destine avant de faire construire cet instrument.

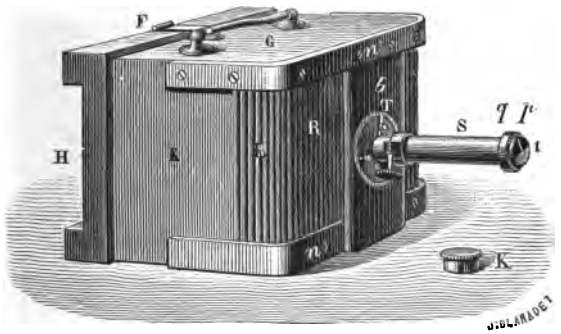
Le plus souvent les spectroscopes sont construits dans le but d'établir des cartes des raies spectrales, ce que l'on fait, soit avec la vue directe, soit avec l'aide de la photographie.

Toute autre considération est sacrifiée à l'exé-

cution bien nette de ces raies et aux moyens d'en déterminer la position exacte.

La dispersion et l'exactitude requises dépendent beaucoup de la perfection des moyens optiques employés et les procédés de mensuration exigent

Fig. 8.



Chambre spectrographique.

des auxiliaires mécaniques exécutés avec le plus grand soin, ce qui entraîne une dépense assez élevée pour obtenir un instrument établi dans ces conditions.

Le spectroscope est généralement employé dans les travaux trichromes pour photographier des bandes de lumière colorée (*fig.* 8 et 9).

Ces bandes peuvent n'avoir qu'une pureté approximative : ce qui, en d'autres termes, signifie qu'un léger mélange de couleurs adjacentes n'est pas nuisible. Toutefois, la définition, dans

ce cas, n'est pas de la première importance [1].

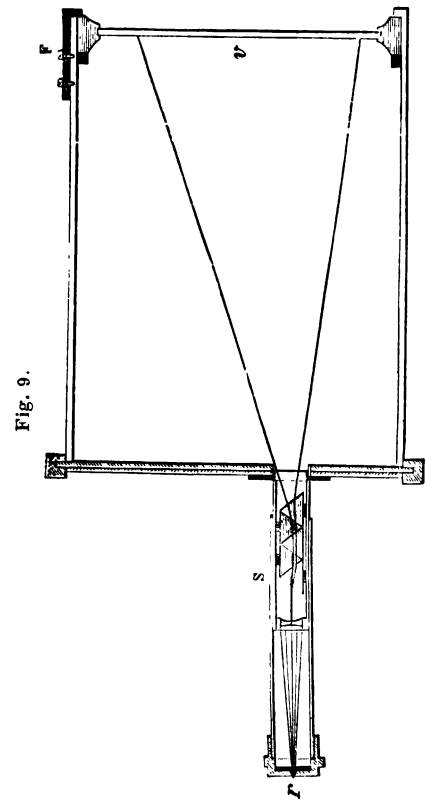


Fig. 9. Chambre spectrographique.

Les bandes spectrales doivent être exemptes de

[1] Il n'est pas nécessaire d'avoir un grand pouvoir dispersif parce que l'on ne peut faire usage que d'un seul prisme pour obtenir des résultats photographiques bien nets. La longueur

lumière diffuse ou, autrement dit, la lumière blanche ne doit pas se répandre sur les autres parties du spectre.

La longueur totale du spectre visible doit se trouver au foyer approximatif, sur le même plan, lequel plan doit, de préférence, être perpendiculaire à celui de l'objectif.

Toutes les parties délicates seront protégées contre les causes de détérioration et contre la poussière. Il ne doit y avoir aucun organe mobile pouvant être dérangé, et l'instrument sera prêt pour l'usage à tout instant et sans exiger aucun arrangement spécial; pour atteindre ce but il devra être posé sur une base bien rigide avec sa lumière électrique, ou toute autre lampe, et ses condenseurs. Le châssis devra être disposé de telle façon que plusieurs spectres puissent être reproduits sur la même plaque. On trouvera plus loin la description du spectrographe Tallent, où l'on fait usage à la fois d'un prisme et d'un réseau de diffraction.

Principes de l'action du spectroscope. Réfraction. — Il se peut que l'on préfère faire soi-même son

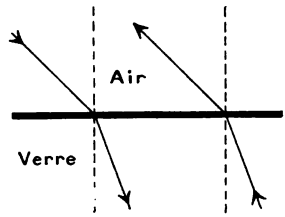
---

nécessaire du spectre s'obtient avec un objectif de chambre noire d'un long foyer. Il faudra, dans cette étude, distinguer entre la dispersion et la dimension du spectre. La dispersion portée à un certain degré d'accroissement a pour conséquence la séparation des couleurs du spectre. L'augmentation de la dimension du spectre due à un agrandissement ultérieur donne un accroissement dans les deux sens, longueur et largeur.

spectroscope photographique pour se rendre compte, avec son aide, des principes essentiels qu'il convient d'étudier et de connaître.

Quand un rayon de lumière, d'une seule couleur, tombe sur la surface d'un milieu transparent, tel

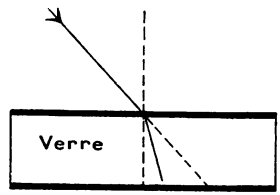
Fig. 10.



qu'une plaque de verre, sous un angle par rapport à la surface, les radiations traversent le verre dans une direction différente.

Elles sont réfractées, et quand elles entrent dans un milieu optiquement plus dense (comme

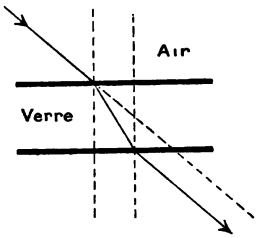
Fig. 11.



de l'air dans le verre) l'inclinaison est toujours vers la normale ou la perpendiculaire à la surface (*fig.* 10 et 11).

L'image d'un bâton dont une moitié pénètre dans de l'eau paraît inclinée, et une tache d'encre sur du papier, recouvert d'une glace épaisse, semble avoir changé de place. Si la deuxième surface du verre est parallèle à la première, les radia-

Fig. 12.



tions émergeant de la deuxième surface sont parallèles à la direction originale, et il n'y a aucune modification dans la direction, mais seulement un léger déplacement latéral dépendant de l'épaisseur de la glace ou de l'inclinaison des rayons (*fig.* 12).

Si la seconde surface est inclinée sur la première, le rayon subit deux réfractions et est toujours dévié de l'angle inscrit par les deux surfaces (*fig.* 13) : c'est le cas du prisme.

La nature de l'inclinaison par rapport à la surface dépend de la couleur particulière de la lumière avec laquelle on opère, du pouvoir réfracteur du milieu et de l'angle suivant lequel le rayon tombe sur la surface.

Dans le cas d'une deuxième surface l'angle d'incidence sur la deuxième surface dépendra de l'inclinaison des deux surfaces (*fig.* 13).

Dispersion. — Un rayon de lumière blanche contient divers rayons colorés et les corps qu'ils traversent agissent différemment sur eux.

Lors donc qu'un rayon de lumière blanche

Fig. 13.

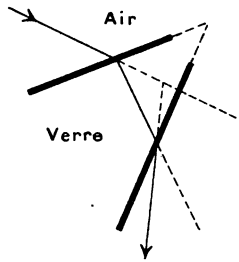
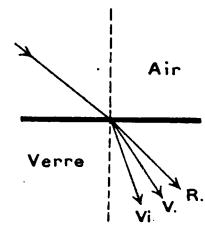


Fig. 14.



tombe sur la surface d'un milieu, tel qu'une glace, le rayon original est décomposé en rayons colorés dont chacun a une direction différente de celle du premier (*fig.* 14).

Pour faire cette expérience prenez un morceau de papier noir et pratiquez une fente très étroite, puis mettez-le à flotter sur de l'eau contenue dans une bassine blanche et placée en plein soleil.

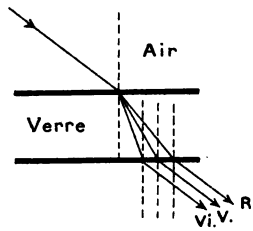
La lumière passant à travers la fente forme un spectre au fond de la bassine.

Un objet posé au fond de ce bain peut être vu

frangé de couleurs si l'on applique l'œil près de la surface.

Si la deuxième surface est parallèle à la première

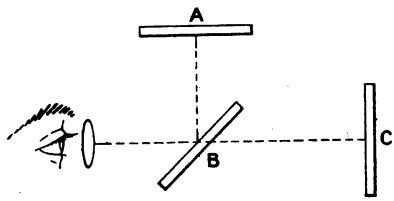
Fig 15.



les rayons seront parallèles à leur première direction (*fig.* 15).

Comme conséquence des principes qui viennent d'être indiqués, nous croyons nécessaire, en vue

Fig. 16.



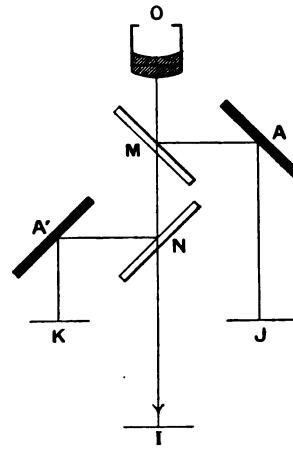
des faits qui feront ultérieurement l'objet de nos descriptions d'appareils d'analyse ou de synthèse, de donner les deux exemples ci-après :

Si l'on regarde une image C (*fig.* 16) à travers un miroir plan B incliné à 45°, on verra également une autre image A superposée à C : c'est le prin-

cipe des chromoscopes et des chambres trichromes.

Si un rayon réfléchi (*fig.* 17) entre par un objectif O, il pourra traverser les deux miroirs

Fig. 17



transparents M, N, inclinés à 45°, et aller en I tandis que, partiellement réfléchi en M, il ira en A, puis en J, et, partiellement réfléchi en N, il ira en A', puis en K.

Donc une seule et même image réfléchie et admise en O pourra former trois autres images à des points divers. Les miroirs plans M, N peuvent être platinés ou colorés, mais il faut qu'ils soient translucides pour que l'effet indiqué se réalise.

CHAPITRE I.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES COULEURS.

Il est impossible de s'occuper des couleurs, surtout au point de vue de leur reproduction photographique, sans chercher, tout d'abord, à donner une définition de ce que l'on appelle *couleur*. Il y aurait même à remonter à l'étude de la lumière elle-même, qui est le principe de toutes couleurs ; mais cette étude nous entraînerait trop loin à propos d'un sujet déjà complexe et qu'il nous semble utile de ne pas trop encombrer de questions connexes dont l'examen scientifique ne semble pas s'imposer absolument.

D'ailleurs, s'il arrive que quelques explications soient indispensables à l'intelligence de certaines parties de ce Traité, nous nous réservons de recourir à des notes où les principes scientifiques, utiles à connaître, seront suffisamment indiqués en plus de l'introduction où sont résumés quelques-uns des principes essentiels.

Pour le moment nous devons nous borner à ne

parler de la lumière que dans ses rapports immédiats avec le sujet qui nous occupe, soit avec les couleurs.

Il faut évidemment que l'on sache que toute couleur émane d'une lumière, par exemple, que la lumière solaire blanche n'est qu'un composé de radiations colorées, fait que l'on démontre aisément en dirigeant sur un prisme un faisceau de radiations blanches.

Après avoir traversé le prisme (*fig.* 4), le rayon blanc se trouve considérablement dévié, et, s'il est arrêté par un écran plan, à un point quelconque, on remarque qu'il s'est transformé en une bande de couleurs diverses d'un très vif éclat et d'une très grande pureté (*fig.* 6).

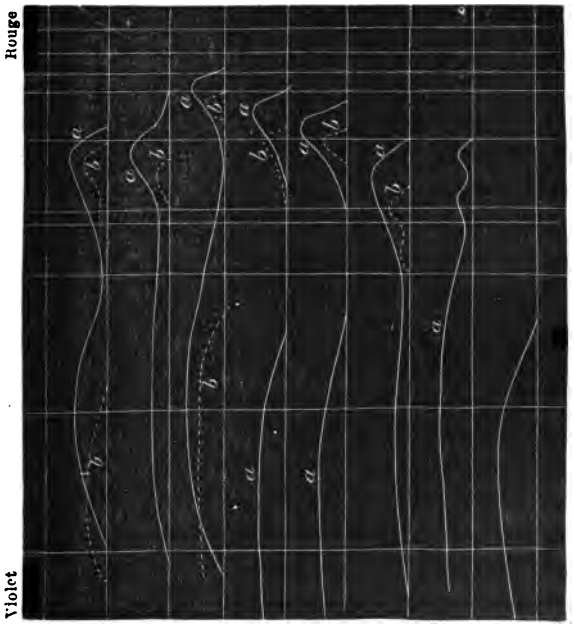
Si, dans cette expérience, on se sert d'une source de lumière autre que celle du soleil, on aura un effet analogue, mais présentant des variations suivant la nature de la lumière employée.

Cet ensemble de couleurs résultant de la décomposition de la lumière blanche s'appelle un *spectre*. Les spectres de lumières de couleurs diverses, bien que présentant une certaine analogie, diffèrent entre eux, c'est-à-dire que leur lumière composée, lorsqu'on la décompose à l'aide du prisme, ne donne pas les mêmes spectres (*fig.* 18).

Dans les indications auxquelles nous allons nous consacrer il ne sera guère question que de la lumière solaire ou de quelques lumières artifi-

cielles, celles, par exemple, de l'électricité ou du

Fig. 18.



Spectres divers.

magnésium, et nous n'aurons pas à parler des spectres correspondant à des lumières d'autre

nature, mais nous aurons à considérer les spectres donnés par divers éclairages colorés.

De même qu'en dirigeant vers un prisme un rayon de lumière blanche on le trouve, au delà du prisme, décomposé en une bande colorée formée des sept couleurs bien connues, qui sont les *violet, outremer* [1], *bleu, vert, jaune, orangé, rouge,* spectre qui constitue l'analyse de la lumière blanche. On peut, en recevant ce spectre sur un miroir concave qui le refléchit sur un écran blanc, recomposer de la lumière blanche au point où convergent toutes les radiations colorées (*fig.* 7).

Ce qui prouve bien, par une sorte de contrôle immédiat, que les couleurs du spectre sont réellement les couleurs constituantes de la lumière blanche.

Mais on a remarqué que toutes les couleurs spectrales ne sont pas nécessaires à la formation de la lumière blanche, vu que, si l'on ne laisse passer à travers trois fentes, convenablement disposées, que deux ou trois des couleurs spectrales, on obtient également, par le mélange de ces radiations, de la lumière blanche. Ainsi l'on sait que les couleurs dites *complémentaires* donnent du blanc par leur combinaison.

Par exemple, du rouge et du bleu vert donnent

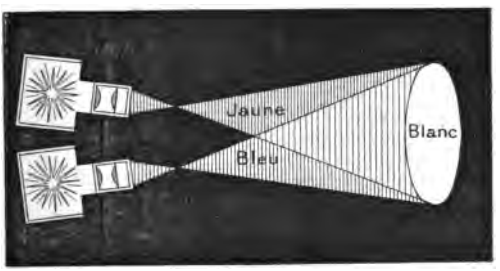
---

(1) Nous nous rangeons à l'avis de M. Rood : nous remplaçons par le mot *outremer* le mot *indigo*, qui ne semble pas justifier le choix qu'en a fait Newton.

du blanc; il en est de même de l'*orangé* et du *bleu cyané*, du *jaune* et du *bleu d'outremer* (*fig.* 19), du *jaune verdâtre* et du *violet*, du *vert* et du *pourpre*.

L'expérience représentée par la figure 19 peut être exécutée avec un quelconque de ces couples

Fig. 19.



de couleurs, mais, en ce cas, le rayon blanc décomposé par le prisme ne donnera que les deux couleurs composantes, et non celles du spectre tout entier.

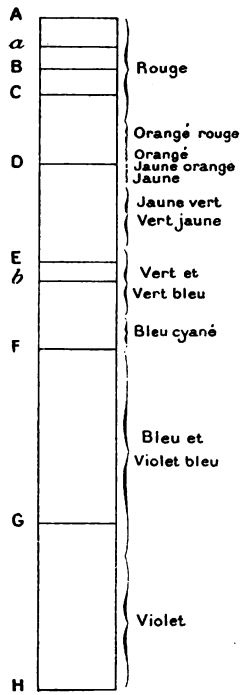
Il y a donc des lumières blanches qui peuvent n'être formées que de deux couleurs, bien que présentant à l'œil le même aspect.

On peut aussi former des combinaisons ternaires.

De ce nombre est la combinaison des trois couleurs qui sont considérées comme les couleurs fondamentales du spectre; elle est formée du rouge, du vert et du violet.

Ce fait doit être retenu parce qu'il sert de base à la reproduction photographique des couleurs

Fig. 20.



par voie sélective, ainsi qu'on le verra plus loin.

Maintenant, il convient encore d'ajouter à ces notions élémentaires essentielles quelques autres

indications destinées à donner à cet exposé plus de clarté et de précision.

Tout d'abord, il est nécessaire de savoir que le spectre a été conventionnellement divisé en 1000 parties égales (*fig.* 20), de A, extrémité du rouge visible, à H, extrémité visible du violet.

Grâce à cette division il est facile de s'entendre sur la place occupée par les couleurs spectrales diverses par rapport aux raies fixes du spectre.

Les raies principales dont il s'agit sont :

La raie	A....	0	La raie	E....	363,11
»	*a*.....	40,05	»	*b*....	389,85
»	B....	74,02	»	F....	493,22
»	C....	112,71	»	G....	753,55
»	D....	220,31	»	H....	1000

D'après M. Rood, les espaces colorés donnés par le prisme occuperaient les espaces suivants :

Le rouge commence à	0
Le rouge finit et le rouge orangé commence à..	149
Le rouge orangé finit et l'orangé commence à..	194
L'orangé finit et le jaune orangé commence à..	210
Le jaune orangé finit et le jaune commence à..	230
Le jaune finit et le jaune verdâtre commence à.	240
Le vert jaune finit et le vert commence à.....	344
Le vert bleu finit et le bleu cyané commence à.	447
Le bleu cyané finit et le bleu commence à.....	495
Le bleu violet finit et le violet commence à.. ..	806
Le violet finit à.....	1000

D'où il résulte que :

	Divisions.
Le rouge occupe dans le spectre donné par le prisme	149
Le rouge orangé	45
L'orangé	16
Le jaune orangé	20
Le jaune	10
Le jaune verdâtre et le vert jaunâtre	104
Le vert et le vert bleu	103
Le bleu cyané	48
Le bleu et le violet	311
Le violet	194
Dont le total égale bien	1000

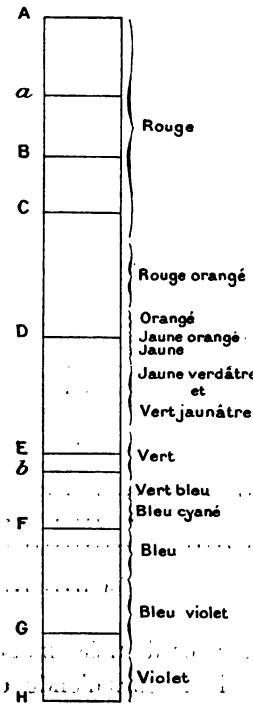
L'observation des couleurs, au point de vue de l'espace qu'elles occupent dans le spectre donné par le prisme, ne donne pas des rapports concordants avec leur longueur d'onde ; le rouge, par exemple, l'orangé et le jaune sont massés dans un espace restreint, tandis que le bleu et le violet recouvrent à l'autre extrémité un espace bien autrement étendu.

On arrive à des résultats différents si, au lieu de faire usage d'un prisme, on se sert d'un réseau de diffraction, soit d'une plaque de verre portant à sa surface un réseau de lignes très fines, parallèles entre elles.

En usant de ce réseau qui a la propriété de décomposer la lumière blanche en ses couleurs composantes, tout comme le prisme, on a un spectre (*fig.* 21) dont les couleurs sont disposées

de manière à concorder avec leurs longueurs d'onde. Les observations, d'après ce spectre spé-

Fig. 21.



cial, donnent les résultats ci-après, notablement différents de ceux qui précèdent :

Le rouge commence à..... 0
Le rouge pur finit et le rouge orangé commence à... 330

Le rouge orangé finit et l'orangé commence à..	434
L'orangé finit et le jaune orangé commence à..	459
Le jaune orangé finit et le jaune commence à..	485
Le jaune finit et le jaune verdâtre commence à.	498
Le vert jaune finit et le vert franc commence à.	595
Le vert franc finit et le vert bleu commence à..	682
Le vert bleu finit et le bleu cyané commence à.	698
Le bleu cyané finit et le bleu commence à.....	749
Le bleu finit et le bleu violet commence à.....	823
Le violet bleu finit et le violet franc commence à.	940

D'où les espaces occupés par chaque couleur :

Rouge pur.....	330
Rouge orangé.....	104
Orangé.....	25
Jaune orangé.....	26
Jaune.....	13
Jaune verdâtre et vert jaune.....	97
Vert franc.....	87
Vert bleu.....	16
Bleu cyané.....	51
Bleu.....	74
Bleu violet et violet bleu.....	117
Violet pur.....	60
Total.....	1000 (1)

Pour compléter ces données nous devons indiquer encore les longueurs d'onde correspondant aux milieux des espaces colorés :

(1) Le spectre normal dont s'est servi M. Rood pour obtenir ces résultats a été obtenu au moyen d'un réseau de diffraction dû à M. Rutherfurd, qui ne contenait pas moins de 750 lignes au millimètre et argenté par derrière.

Longueurs d'onde en $\frac{1}{10000000}$ de millimètre :

Milieu de l'espace	rouge	7000
»	rouge orangé	6208
»	orangé	5972
»	jaune orangé	5879
»	jaune	5808
»	vert foncé	5271
»	vert bleu	5082
»	bleu cyané	4960
»	bleu	4732
»	bleu violet	4383
»	violet pur	4059

Nous aurons, au cours des explications ultérieures relatives aux applications de la Photographie à la reproduction des couleurs, à parler de la *pureté* des couleurs, de leur *luminosité* et de leur *teinte*. Ces mots servent à exprimer les *constantes des couleurs*.

Les couleurs *pures* sont celles du spectre; mais les couleurs des objets naturels et des surfaces peintes sont des couleurs composées et, dans presque tous les cas, ces couleurs sont mélangées à une plus ou moins grande quantité de lumière blanche.

Le degré de pureté d'une couleur consiste donc dans le rapport de son mélange avec de la lumière blanche, étant donné, par exemple, le nombre 100 comme indiquant la couleur pure.

L'addition plus ou moins grande de lumière blanche à une couleur pure a pour effet de modi-

fier son action photographique dans un rapport dont il y a lieu de tenir compte.

La *luminosité* est assez difficile à définir. Deux surfaces colorées réfléchissant toutes deux une même quantité de lumière bleue et de lumière blanche peuvent pourtant n'avoir pas la même teinte. L'une des deux peut être plus brillante que l'autre : elle contiendra deux fois autant de lumière bleue et deux fois autant de lumière blanche; elle aura en ce cas une luminosité double.

La *luminosité* est donc une des constantes à connaître pour définir la couleur.

La luminosité (ou éclat) des différentes régions du spectre donnée par le prisme a été étudiée par M. C. Vierordt, qui a rapporté aux raies fixes la position des points auxquels s'appliquent ses mesures.

M. Rood, en ramenant les désignations, par M. C. Vierordt, des différentes régions du spectre à celles de sa carte spectrale comprenant 1000 divisions de A en H, a obtenu le tableau ci-après :

Position.	Luminosité.	Couleur.
de 40,5 à 57.....	80	rouge foncé.
de 104,5 à 112,71.....	493	rouge pur.
de 112,71 à 138,5.....	1100	rouge.
de 158,5 à 168,5.....	2773	rouge orangé.
de 189 à 220,31.	6985	orangé et jaune orangé.
de 220,31 à 221,5.....	7891	jaune orangé.

Position.	Luminosité.	Couleur.
de 231,5 à 363,11.....	3033	jaune verdâtre, vert jaune et vert.
de 389,85 à 493,22.....	1100	vert bleu et bleu cyané.
de 493,22 à 558,5.....	493	bleu.
de 623,5 à 689,5.....	90,6	outremer (artificiel).
de 753,58 à 825,5.....	35,9	violet bleu.
de 896,5 à 956.....	13,1	violet.

Voici quelques exemples indiquant la luminosité de diverses surfaces :

	Luminosité.
Papier blanc.....	100
Vermillon (anglais) en pâte épaisse.....	25,7
Jaune de chrome clair (teinte d'aquarelle).....	80,3
Vert émeraude clair (artificiel à l'état de pâte)...	48,6
Bleu de cobalt (teinte d'aquarelle).....	35,4
Outremer (artificiel à l'état de pâte).....	7,6

Il nous reste à définir l'expression *teinte*. Ce mot sert à caractériser la différence qui peut exister entre deux faisceaux de lumière colorée ayant le même degré de pureté et le même éclat apparent et paraissant cependant tout différents à l'œil. L'un peut produire la sensation du vert et l'autre celle du rouge. Leurs *teintes* sont différentes.

La teinte de la couleur constitue la dernière des trois constantes que nous avions à définir.

Pour déterminer la teinte on peut faire usage d'un spectroscope ordinaire, à un seul prisme, muni d'un dispositif permettant d'isoler à volonté

une petite portion quelconque du spectre [1].

M. Rood a pu déterminer la troisième constante pour plusieurs disques colorés ; le Tableau ci-après donne leurs positions sur un spectre normal divisé en 1000 parties de A à H, ainsi que les longueurs d'onde correspondantes :

Nom de la couleur.	Position sur le spectre normal.	Longueur d'onde en $\frac{1}{10\,000\,000}$ de millimètre.
Vermillon (anglais).....	387	6290
Minium.....	422	6061
Jaune de chrome pâle..	488	5820
Vert émeraude.....	648	5234
Bleu de Prusse.....	740	4899
Bleu de cobalt.....	770	4790
Outremer (naturel)....	785	4735
Outremer (artificiel)...	857	4472
Même couleur, avec teinte de violet d'Hoffmann B, B.....	916	4257

D'après les données qui précèdent on peut arriver à reconnaître les porportions des différentes couleurs qui entrent dans la lumière blanche.

La quantité de lumière rouge qui se trouve dans le spectre sera évidemment égale à l'espace que cette lumière y occupe multiplié par sa luminosité.

Voici le Tableau obtenu en faisant les calculs sur cette base :

---

[1] Par exemple, en ajoutant à l'oculaire un diaphragme percé d'une fente très étroite.

Tableau indiquant les quantités de lumière colorée contenues dans 1000 parties de lumière solaire blanche.

Rouge	54
Rouge orangé	140
Orangé	80
Jaune orangé	114
Jaune	54
Jaune verdâtre	206
Vert jaunâtre	121
Vert et vert bleu	134
Bleu cyané	32
Bleu	40
Outremer et violet bleu	20
Violet	5
	1000

Ces données seront fort utiles en vue de la détermination des zones spectrales que doivent laisser passer les écrans colorés sélecteurs dont il sera question plus loin.

Les couleurs des objets ordinaires sont uniquement dues à l'absorption. Prenons, par exemple, un verre coloré en rouge; si nous l'appliquons contre la fente pratiquée sur un carton noir, la lumière colorée qui traverse le verre sera rouge pour l'œil, et, si on la fait tomber sur un prisme analyseur, on aura un spectre formé d'une bande rouge contenant un peu de lumière orangée; la lumière blanche qui a frappé la surface du verre a donc été partiellement arrêtée ou *absorbée* puisque, de toutes les couleurs spectrales, le verre rouge n'a laissé passer que du rouge et de l'orangé. Ces

radiations, qui sont allées jusqu'à l'œil pour y produire la sensation des couleurs, vont également jusqu'à la plaque photographique dans un appareil disposé *ad hoc*; et si la plaque est douée d'une sensibilité lui permettant de subir l'action des radiations qui l'ont frappée, de la retenir et de la révéler, on a l'inscription graphique de l'action exercée par les radiations rouge et orangée, à l'exclusion de toutes autres absorbées par le verre ou écran rouge.

Cette simple indication sert de base explicative à la théorie de la reproduction photographique des couleurs par voie de sélection.

Pour l'étude quantitative et qualitative de la lumière colorée que transmet un verre de couleur, il faut se servir d'un spectroscope à un prisme de flint-glass et fixer le verre de façon qu'il recouvre la moitié de la fente.

Ce qui permet de comparer le spectre donné par le verre avec celui de la lumière blanche.

Les raies fixes du spectre naturel servent à déterminer les espaces où se produit l'absorption dans le verre étudié et à noter les résultats observés par rapport à ces raies.

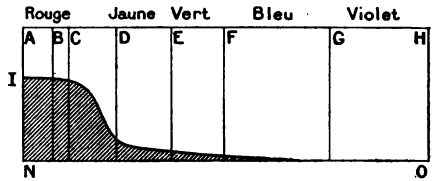
C'est par des observations de cette sorte que l'on est arrivé à établir des courbes indiquant l'étendue de la lumière colorée transmise par les verres colorés; on y a joint l'intensité de cette lumière.

La courbe tracée dans la figure 22 représente, par

les distances mesurées de bas en haut, en allant vers la courbe, les différents degrés de luminosité.

Le rectangle AHON représente la bande spectrale totale dans laquelle les lettres A, B, C, D, E,

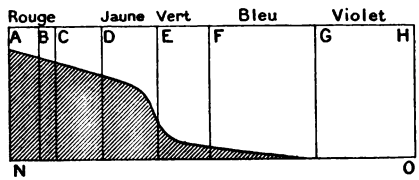
Fig. 22.



F, G, H représentent les positions des raies fixes; la hauteur AN représente la luminosité de la lumière rouge dans le spectre. Or, la courbe ne s'élevant pas au-dessus de I, cela indique que la luminosité fournie par le verre rouge est près de moitié inférieure à celle du spectre.

Dans l'espace ABC de la figure 22, la courbe se

Fig. 23.



maintient à peu près à la même hauteur, mais elle subit une dépression de C à D et continue à baisser beaucoup de D à G où elle s'arrête.

Ce qui signifie que le verre rouge a absorbé à peu près toutes les autres couleurs, sauf le rouge et l'orangé, en ne laissant passer que très peu de jaune, de vert et de bleu et pas du tout de violet. Pour un verre orangé on a la courbe indiquée par la figure 23.

Si l'on fait la même étude avec un verre vert, on a un résultat tout différent. La courbe de la

Fig. 24.

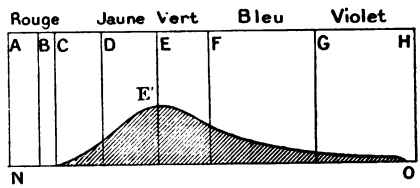


figure 24 indique la transmission d'une grande quantité de lumière verte ayant son maximum de luminosité en E′ et, en plus, d'une certaine quantité de rouge, de jaune, de bleu et de violet.

Si nous remplaçons le verre vert par un verre violet, nous pouvons avoir une autre courbe encore bien différente des deux précédentes.

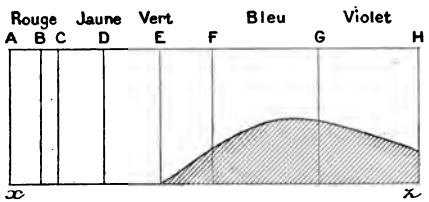
Le maximum de la luminosité sera entre F et G et il passera un peu de vert (*fig.* 25).

De l'examen, même superficiel, de ces trois courbes il résulte bien qu'on peut, avec le concours d'écrans colorés, tamiser la lumière réfléchie par une surface polychrome et faire tomber successi-

vement, sur diverses surfaces sensibles, telles ou telles radiations à l'exclusion de telles autres.

Ces diverses expériences que l'on peut multiplier à l'infini, en employant des verres de cou-

Fig. 25.



leurs très variées, prouvent que les couleurs produites par absorption ne sont pas simples comme celles que donne le prisme, mais qu'elles sont les résultantes du mélange de plusieurs espèces différentes de lumières colorées d'un éclat plus ou moins marqué.

Bien que l'éclat des couleurs transmises par les verres colorés soit moindre que celui des couleurs spectrales, ces couleurs sont encore les plus pures et les plus intenses qu'il nous soit donné de voir, et leur éclat et leur saturation les rendent supérieures à celles des matières tinctoriales ou colorantes visibles par réflexion.

Il est un autre fait qui mérite de fixer notre attention : si nous examinons avec le spectroscope à main une surface de papier peint en bleu, par exemple, nous remarquons que toutes les couleurs

du spectre s'y trouvent; mais en constatant, toutefois, que les rayons rouges, jaunes, orangés et verts y sont en moins grande quantité que dans le spectre ordinaire du prisme, ce qui démontre que, quoique bleu, le papier réfléchit une certaine quantité de lumière blanche. Ce fait a une importance considérable dans la photographie des couleurs, et c'est ce qui explique pourquoi des plaques ordinaires (non orthochromatiques), n'étant sensibles en réalité qu'au bleu et au violet, arrivent à reproduire, plus ou moins, toutes les autres couleurs, bien que dans un rapport ne concordant pas avec la nature de leur teinte.

Il importe de se rendre compte de ce dernier fait qui explique pourquoi, en dépit d'écrans sélecteurs convenablement choisis, on arrive parfois à ne pas atteindre au résultat photographique qu'on se croyait en droit d'espérer.

Il est bien évident que si, dans les couleurs réfléchies, se trouve une grande quantité de lumière blanche également réfléchie, l'impression photographique s'en trouvera forcée et en même temps faussée.

C'est pour ce motif qu'il est préférable de comparer entre eux les résultats fournis par la reproduction d'une même gamme colorée (spectre artificiel) plutôt que de conclure de l'action produite par le spectre à celle que donnera la reproduction de couleurs réfléchies.

Certains fabricants de plaques sensibles à toutes les couleurs, ou à diverses couleurs, montrent à l'appui la reproduction spectrale qu'ils en ont obtenue.

Bien que sincère, leur exemple ne prouve pas suffisamment au point de vue des couleurs réfléchies.

Ces dernières sont toujours composées et douées d'un moindre éclat, et, de plus, elles réfléchissent une partie de la lumière blanche qui les éclaire, ce qui n'est pas comparable à la pureté de la couleur spectrale.

On pourrait, à la rigueur, se servir d'un spectre artificiel transparent, mais, en ce cas encore, on se trouverait en face de couleurs bien plus lumineuses que les couleurs réfléchies, ainsi que cela a été dit plus haut.

C'est pourquoi le mieux est de se servir d'une gamme de couleurs pigmentaires représentant toutes les couleurs essentielles du spectre, soit : pourpre, violet, bleu, bleu vert, vert, vert jaune, jaune, orangé et rouge. Un cercle chromatique des couleurs franches, tel que l'a établi M. Chevreul, serait un bon modèle à imiter ; avec ces diverses couleurs, rendues avec autant de vérité que possible, on aurait tout ce qu'il faut pour établir des comparaisons utiles.

Un sensitocolorimètre établi avec des milieux colorés translucides n'est donc pas beaucoup meilleur que la reproduction des couleurs spectrales.

Quand on voudra juger de la valeur des écrans sélecteurs et comparer entre eux des écrans de diverses sortes, il est préférable d'avoir une gamme de couleurs pigmentaires analogue à celle qui vient d'être indiquée, mais dont une moitié peut être rendue brillante par un vernis passé à sa surface tandis que l'autre est mate.

La reproduction en est faite à la chambre noire et les résultats sont alors bien mieux comparables entre eux.

Les figures 26 à 28 donnent une idée de ce que l'on obtient en projetant sur des plaques panchromatiques Lumière les radiations de la même gamme à travers des écrans dont l'un est vert jaune, l'autre rouge et le troisième bleu [1].

Les mêmes essais faits avec le spectre ne donneraient pas des résultats identiques.

Si le spectre est le meilleur moyen de contrôle scientifique, la gamme colorée photographiée par réflexions constitue le meilleur sensitocolorimètre pratique ; il permet de rester dans les mêmes ordres de faits, au lieu d'avoir à passer de la comparaison des résultats fournis par des couleurs pures et d'un incomparable éclat, avec des couleurs composées et d'une luminosité bien moins grande.

---

[1] On peut comparer chacune de ces fractions du spectre avec le spectre total obtenu sans écran.

Pour la constance des comparaisons, il faut, autant que possible, se servir toujours de la même gamme colorée, et pour que l'action fréquente de la

Sans écran.

Fig. 26.
Écran vert
pose 16'.

Fig. 27.
Écran rouge
pose 24'.

Fig. 28.
Écran bleu
pose 6'.

lumière n'en modifie pas sensiblement les teintes et les luminosités, il est bon de l'exécuter avec des couleurs douées d'une stabilité suffisante, par exemple celles :

d'*ocre pourpre* pour le violet,
d'*outremer* pour le bleu,
d'*oxyde de chrome* pour le vert,
de *jaune de cadmium* pour le jaune.
d'*ocre orangée* pour l'orangé,
de *vermillon* pour le rouge,
de *garance pourpre* pour le rose.

Avant d'en finir avec ces considérations générales sur les couleurs, il nous paraît utile de donner les courbes de l'œil normal telles qu'elles ont été établies par Maxwell. (*Voir* fig. 33.)

Les plaques photographiques doivent être considérées comme douées d'une sensibilité analogue à celle de l'œil, et tous les efforts des chercheurs doivent tendre au moins vers l'obtention d'un effet semblable.

Il est donc nécessaire de partir des bases admises pour la perception, ou mieux la sensation des couleurs fondamentales par l'œil. Quand on étudie le meilleur moyen d'arriver à la reproduction des couleurs par la photographie, il est également utile d'avoir quelques notions de la théorie des couleurs; nous allons nous en occuper dans le Chapitre suivant.

CHAPITRE II.

THÉORIE DES COULEURS.

Pour compléter les considérations qui font l'objet du Chapitre précédent, nous avons à revenir sur les idées déjà anciennes relatives à la possibilité de représenter toutes les couleurs avec un petit nombre de matières colorantes ou de radiations colorées.

Ce sont là des faits connus depuis longtemps par les peintres, et ils ont servi de base à la théorie des trois couleurs primitives.

Sir David Brewster a été un des plus ardents défenseurs de cette théorie; d'après lui, il y avait trois sortes de lumières fondamentales : la rouge la jaune et la bleue, dont le mélange, en diverses proportions, donnait toutes les autres sortes de lumières colorées; cette manière de voir fut adoptée par presque tous les physiciens, à l'exception toutefois d'Airy, de Melloni et de Draper, qui la trouvèrent erronée.

Cependant cette théorie de l'existence des trois

sortes de lumière fondamentales, ci-dessus indiquées, se retrouve dans tous les Traités de Physique, sauf les plus récents, et l'on verra qu'elle a été la cause de l'erreur, bien excusable en l'état, commise par Louis Ducos du Hauron lorsqu'il a publié ses premières suggestions relatives à la photographie des couleurs en 1869. *J'ai appelé à mon aide, dit-il, un principe de Physique fort connu; ce principe est celui en vertu duquel les couleurs simples se réduisent à trois : le rouge, le jaune et le bleu, dont les combinaisons en diverses proportions produisent l'infinie variété des nuances de la nature.*

Cette indication, qui, au point de vue de la théorie des couleurs, constituait une erreur, était non seulement digne d'être admise, appuyée qu'elle était sur une autorité telle que celle de David Brewster, mais encore parce que, en réalité, au point de vue même de l'application artistique que proposait Louis Ducos du Hauron, elle était pratiquement exacte.

Scientifiquement elle était dénuée de fondement, ce qu'il est facile de démontrer.

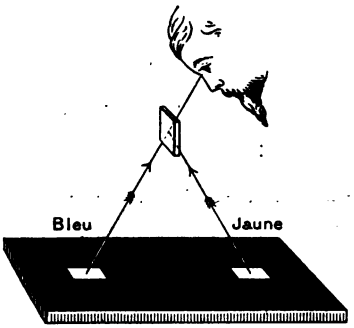
La couleur, en effet, n'existe pas en dehors de nous; elle n'est qu'une simple sensation variant avec la longueur d'onde à laquelle elle est due.

En dehors de nous, dit Rood, la lumière ne consiste qu'en ondes, les unes longues, les autres courtes, c'est-à-dire en simples mouvements mécaniques, de sorte que la théorie de Brewster reviendrait à dire qu'il n'y a, dans le

spectre, que trois sortes d'ondes de trois longueurs différentes, et nous savons qu'il n'en est pas ainsi.

Si nous étudions la question par la voie expérimentale, nous n'arrivons pas à un meilleur résultat. D'après la théorie dont il s'agit, la lumière verte provient du

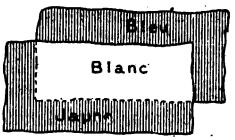
Fig. 29.



mélange de la lumière bleue et de la lumière jaune. Pour vérifier ce point on peut faire l'expérience de Lambert et Helmholtz, à l'aide de l'appareil représenté par la figure 29.

Ils ont pris un morceau de verre à vitre, de bonne qualité, qu'ils ont suspendu dans une position verticale à

Fig. 30.



environ 0m,25 au dessus d'une planchette peinte en noir. Des fragments de papiers colorés l'un en jaune, l'autre en bleu, se trouvent chacun d'un côté du verre. L'opérateur

regarde directement le papier bleu à travers le verre et voit indirectement et par réflexion sur le verre la lumière partie du papier jaune. Il voit donc deux images superposées comme l'indique la figure 30. On peut toujours faire varier à volonté la luminosité ou l'éclat relatif des deux images : par exemple, en éloignant les deux papiers l'un de l'autre on fera prédominer le bleu et, en les rapprochant, on produira l'effet inverse. De cette façon on pourra faire passer la teinte résultante par un grand nombre de nuances; quant au vert, il ne se montrera pas.

M. Rood cite encore l'expérience suivante qui est facile à faire :

On prend un écran de carton noirci dans lequel on a pratiqué deux fentes étroites comme dans la figure 31.

Fig. 31.

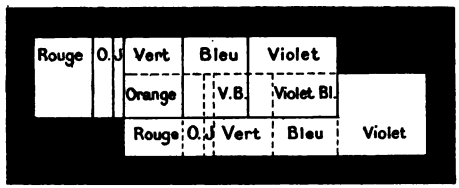
Par ces deux fentes on fait arriver la lumière d'une fenêtre de manière qu'elle tombe sur un prisme de verre que l'opérateur tient devant son œil et à environ 1m des fentes; chaque fente fournit naturellement un spectre prismatique et, par suite de la disposition des deux fentes, les deux spectres empiètent l'un sur l'autre, comme l'indique la figure 32 qui représente l'espace rouge d'un des spectres tombant sur l'espace vert de l'autre.

En éloignant ou en rapprochant les fentes l'une de

l'autre on peut arriver à mélanger ainsi toutes les sortes différentes de lumière que contient le spectre.

Avec un appareil plus perfectionné Helmholtz a prouvé que l'union de la lumière bleue pure avec la lumière

Fig. 32.



jaune pure du spectre produit sur l'œil la sensation, non de la lumière verte, mais de la lumière blanche.

D'après Helmholtz, David Brewster aurait été trompé par des apparences résultant de l'emploi d'un spectre impur, c'est-à-dire qui n'était pas absolument exempt de lumière blanche étrangère.

Quoi qu'il en soit, il s'est produit une confusion qui s'explique parfaitement par l'observation du mélange de *matières colorantes,* mélange donnant les résultats indiqués par David Brewster, alors qu'en réalité les *mélanges des lumières colorées* ne conduisent pas aux mêmes effets.

Nous verrons plus loin qu'il y a bien lieu de revenir au terne rouge, jaune, bleu quand il s'agit de faire la synthèse des actions lumineuses dont l'analyse a été exécutée avec un terne orangé, vert, violet. Il faut donc être très indul-

gent pour une erreur qui, bien que constatée théoriquement, trouve son excuse immédiate dans l'application pratique de la théorie d'abord admise.

Des études très approfondies d'Young, d'Helmholtz et de Maxwell il résulte que les trois couleurs fondamentales qu'il convient d'adopter, parmi les couleurs diverses du spectre, sont : le rouge, assez voisin de l'extrémité du spectre le vert, situé entre E et F, et le violet, de l'extrémité du spectre.

Mais les divers expérimentateurs varient quant à la situation exacte qu'ils attribuent aux trois couleurs ; par exemple, pour Helmholtz, ce sont les couleurs du milieu et des deux extrémités du spectre.

Maxwell a été amené à choisir le rouge situé entres les raies fixes C et D et à une distance de C juste égale au tiers de la distance totale CD (rouge écarlate avec une nuance d'orangé).

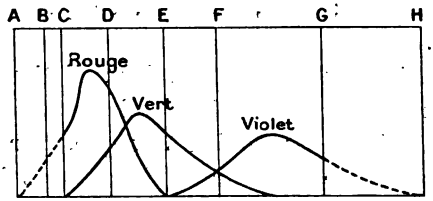
Son vert est situé entre E et F, à une distance de E égale au quart de la ligne EF ; le vert émeraude est la couleur qui s'en rapproche le plus.

Son violet n'est pas franc : c'est un bleu violet, à égale distance des raies F et G (bleu d'outremer artificiel). (*Voir,* fig. 33, les courbes de Maxwell.)

D'autres auteurs, Charles-S. Pierce, J.-J. Müller, sont arrivés à des résultats un peu différents pour la position du vert ; d'après le premier, le vert

fondamental a une longueur d'onde de $\frac{524}{10\,000\,000}$ de millimètre, tandis que le vert de J.-J. Müller aurait $\frac{506.3}{10\,000\,000}$ de millimètre. Un autre savant, von Bezold, choisit un vert au milieu du spectre

Fig. 33.



normal entre E et *b*, mais plus près de *b*. (*Voir* fig. 20 et 21.)

Il n'y a, en fait, pas une très grande différence entre tous ces divers résultats; seulement, ces divergences montrent combien est délicate cette question des couleurs fondamentales, et l'on comprend les variations qui peuvent se produire dans l'application de cette théorie à la photographie des couleurs, suivant la nature des lumières que l'on fait agir sur les plaques sensibles.

La détermination exacte des deux autres couleurs fondamentales est encore plus difficile; aussi les savants qui ont étudié cette question sont-ils loin d'être d'accord sur ces couleurs. Maxwell prend le bleu d'outremer, Helmholtz et J.-J. Müller prennent le violet pour troisième couleur fondamentale.

La vérité semble, au point de vue tout au moins de la question qui nous occupe, être du côté des trois couleurs les plus saturées et occupant les trois régions principales du spectre, soit le rouge, le vert et le violet à leur maximum d'intensité et de luminosité; c'est, au fond, ce qu'a proposé Young.

N'oubliez pas que l'action des radiations colorées sur les plaques sensibles doit concorder avec les sensations des couleurs et que, par suite, cette recherche présente la plus grande importance.

CHAPITRE III.

HISTORIQUE DE LA PHOTOGRAPHIE DES COULEURS.

La première pensée a été d'appliquer la photographie directement à la reproduction immédiate des couleurs. C'est à Edmond Becquerel que revient l'honneur d'avoir fait des recherches dans cette voie et d'y avoir obtenu certains résultats qui, pour n'être pas absolument satisfaisants, n'en conduisaient pas moins à faire admettre que ce genre de reproduction était possible et qu'il pouvait compter parmi les *desiderata* réalisables de la Photographie.

Des observations, remontant à une époque antérieure à celle où Becquerel fit ses recherches dans cette voie, avaient été faites par J. Herschell en 1839. Ce savant avait remarqué que le papier sensible au chlorure d'argent, exposé à l'action d'un spectre fortement concentré, recevait une impression telle, que le rouge était vif, mais d'une couleur se rapprochant du rouge-brique; le jaune manquait, le vert était sombre et passait au noir.

Seebeck et plus tard Hunt avaient aussi obtenu des teintes rougeâtres sur des papiers préparés à l'aide de chlorure d'argent [1].

On savait, d'autre part, que le chlorure d'argent coloré en violet à la lumière prend, quand on le chauffe, une teinte rougeâtre tout à fait semblable à celle qu'on observe dans la partie rouge du spectre.

C'était, dit Becquerel, une coïncidence assez curieuse que de voir les deux extrémités des impressions photogéniques du spectre sur le chlorure d'argent tourner, l'une au violet dans le violet, et l'autre au rouge dans le rouge prismatique.

Ses premiers essais datent de 1838 et 1839. Nous n'en donnerons pas le détail, nous bornant à rappeler que ses résultats, bien qu'imparfaits, firent sensation; il obtenait, sur des lames d'argent, une couche sensible formée de sous-chlorure d'argent violet. Cette surface reproduisait les nuances principales du spectre.

Le sous-chlorure d'argent violet est, dit Becquerel, le seul corps chimiquement impressionnable qui, véritable rétine minérale, jouisse jusqu'ici de la propriété remarquable de reproduire les nuances des rayons lumineux actifs et de peindre avec la lumière.

Les iodures, bromures, etc. d'argent ne donnent aucune couleur, et même il suffit que le chlorure soit mélangé

---

[1] C'est une expérience que tout le monde peut faire en exposant du papier au chlorure d'argent sous une gamme de verres colorés; le rouge s'y distingue nettement.

d'un peu de ces composés pour que toute nuance disparaisse.

Poitevin, partant des résultats obtenus par Becquerel, a cherché à obtenir sur papier des images colorées; il pouvait avoir des épreuves du spectre lumineux avec ses nuances, mais moins belles que sur plaques.

Niepce de Saint-Victor a, de son côté, répété les expériences de Becquerel et obtenu en 1851 des résultats qui étaient fort curieux.

Les images colorées produites par ce procédé peuvent se conserver dans l'obscurité [1], mais elles s'altèrent à la lumière, et le sous-chlorure d'argent continue à s'impressionner suivant la couleur des rayons avec lesquels on l'éclaire.

Bref, tel était le début d'une question appelée à faire de bien autres progrès onze ans après, lors de la découverte de M. Lippmann.

En réalité, E. Becquerel n'a jamais donné une explication de l'effet produit par la lumière sur son composé argentique; il s'est borné à dire qu'il était la matière, unique en son genre, quant à présent, ayant la propriété de reproduire les nuances des rayons lumineux actifs et permettant *de peindre avec la lumière.*

---

[1] L'auteur possède encore des épreuves en couleurs qu'il avait reçues de Niepce de Saint-Victor et qui, enfermées dans un écrin, se sont conservées avec leurs couleurs telles qu'elles étaient au moment où il les a reçues.

Mais il ne doutait pas qu'on ne pût obtenir encore de meilleurs résultats, tant sont profondes les modifications physiques que l'on peut faire subir à cette matière impressionnable et remarquable.

Il devait être donné bientôt à M. Lippmann de prouver que son éminent collègue de l'Institut ne croyait peut-être pas si proche la réalisation de sa prophétie.

Les couleurs résultant du réseau interférentiel sont venues donner l'explication des effets approximatifs obtenus par E. Becquerel et l'on a eu, dès lors, la preuve absolue de la possibilité de reproduire les couleurs avec une intensité et un éclat comparables à ceux des couleurs spectrales.

Nous ferons de cette méthode l'objet d'un Chapitre spécial. Mais passons à la *photographie indirecte des couleurs.*

James Clerk Maxwell fut le premier à proposer une méthode de photographie des couleurs par voie indirecte dans une lecture à l'Institut Royal en mai 1861, ayant pour titre : *Expériences sur le spectre prismatique pour montrer que toutes les couleurs du spectre et toutes les couleurs de la nature sont équivalentes aux mélanges de trois couleurs seulement du spectre, qui sont le rouge, le vert (près de la ligne E) et le bleu (près de la ligne G).*

L'auteur, admettant le rouge, le vert et le bleu comme couleurs primaires, les fit voir sur un écran à l'aide de trois lanternes devant lesquelles se trouvaient trois cuves

en verre contenant : l'une du sulfocyanure de fer, l'autre du chlorure de cuivre et la troisième du cuivre ammoniacal.

On projeta un triangle éclairé de telle façon que les couleurs pures apparaissaient aux angles, tandis que le reste du triangle contenait les divers mélanges de couleurs comme dans le triangle des couleurs d'Young.

L'intensité graduée des couleurs primaires dans les diverses parties du spectre était indiquée par les images colorées, lesquelles, une fois superposées sur l'écran, donnèrent une reproduction artificielle du spectre.

Trois reproductions d'un ruban de couleur, obtenues respectivement à travers les trois solutions colorées, furent introduites dans la lanterne, représentant le rouge, le vert et les parties bleues, séparément, telles qu'elles seraient vues par les trois séries de fibrilles nerveuses de Young. Après superposition, on vit une image en couleurs qui devait être la reproduction exacte des couleurs du ruban si les images rouge, verte et bleue avaient été bien photographiées. En usant des produits photographiques plus sensibles aux radiations les moins réfrangibles, la reproduction des objets en couleurs devait être grandement perfectionnée.

Mais ce travail ne fut guère connu; sans cela, peut-être aurait-on pu attribuer à J. Clerk Maxwell le mérite de l'idée première du principe de la photographie indirecte des couleurs.

Après lui vient Henri Collen, qui, en octobre 1865, dans une lettre adressée au *British Journal of Photography,* acceptait la théorie des trois primaires de Brewster, rouge, jaune et bleu, et proposait la production des négatifs séparés, par l'action de chacune de ces couleurs primaires et la synthèse négative par la production et la super-

position d'impressions colorées transparentes. Il suggérait de faire les négatifs sur des pellicules minces et de les superposer deux par deux pour imprimer les images transparentes de la troisième couleur.

Ainsi le négatif obtenu avec la lumière bleue et celui obtenu avec la lumière jaune devaient être superposés et employés comme n'en formant qu'un seul pour produire l'épreuve rouge, les négatifs bleu et rouge pour avoir l'épreuve jaune et les négatifs rouge et jaune pour avoir l'épreuve bleue.

Il y avait, dit M. Ives, à qui nous empruntons ces citations, trois erreurs dans sa proposition.

La première, celle de l'inexactitude des couleurs primaires; la deuxième, celle relative au fait que des épreuves en rouge franc, jaune et bleu franc ne pouvaient être obtenues de façon à reproduire, même approximativement, toutes les couleurs; la troisième basée sur ce fait que la combinaison de deux négatifs double l'opacité de tous les blancs et les gris, sans modifier l'opacité des parties impressionnées par les couleurs pures.

Le résultat de cette méthode était que, lorsque l'impression était poussée assez loin pour montrer des détails dans les blancs (opaques dans les deux négatifs), les couleurs pures (chacune opaque

dans un seul négatif), au lieu de s'imprimer comme les blancs, ainsi que cela aurait dû être, ne s'imprimaient qu'à moitié jusqu'aux ombres les plus denses, ce qui réduisait la luminosité des couleurs de 50 pour 100 environ dans l'épreuve terminée.

L'idée de Collen était de réaliser un négatif complet par la superposition de deux reproductions séparées.

Il faut citer encore le baron Ransonnet, en Autriche, à qui l'on doit la suggestion imparfaite d'un procédé de photographie trichrome publiée en 1865.

Ce sont là les trois précurseurs de Louis Ducos du Hauron et de Charles Cros, qui tous deux firent, en 1869 et à la même heure, par des communications présentées à la Société française de Photographie, connaître, chacun pour son compte personnel, un procédé à peu près semblable de trichromie photographique.

Voici, en effet, l'extrait du procès-verbal de la séance du 7 mai 1869 :

M. Ducos du Hauron (de Lectoure) adresse à la Société la lettre suivante relative au nouveau procédé d'héliochromie dont il présente des spécimens :

« Après plusieurs années de travail, je suis arrivé à résoudre d'une manière qui m'est, je crois, tout à fait personnelle le problème *de l'obtention et de la fixation des couleurs en photographie.* Un journal de la région que j'habite, le journal *le Gers,* vient de publier dans

une série de numéros (sous les dates des 11, 13, 16, 18, 20, 23 mars, 1er et 6 avril 1869) un Mémoire fort étendu, où je donne une description très détaillée de cette invention, pour laquelle j'avais pris un brevet dès le 23 novembre 1868. Ce Mémoire va paraître en brochure dans très peu de jours.

» J'ai l'honneur de vous prier de présenter à la Société française de Photographie le Mémoire dont il s'agit. Je mets aussi à votre disposition quelques échantillons et spécimens qui seront, d'ici à très peu de jours, suivis de plusieurs autres.

» Je ne me dissimule pas que ces premiers essais laissent encore beaucoup à désirer comme fini d'exécution : à vrai dire, la perfection dans les résultats ne sera obtenue qu'à l'aide d'un outillage lui-même perfectionné et de produits manufacturés qui sont encore à créer; mais, comme démonstration de mon système, les spécimens que j'ai l'honneur de vous soumettre sont, si je ne me trompe, tout à fait décisifs.

» J'aurais pu attendre, pour la *présentation de mon procédé*, que la brochure qui contient le même texte soigneusement corrigé me fût livrée par l'imprimeur; et je ne ferai faute, dès qu'elle me sera livrée, de vous l'adresser. Mais on me fait observer qu'il peut y avoir urgence à soumettre immédiatement mon invention à la Société française de Photographie, parce qu'un système d'héliochromie plus ou moins analogue au mien serait sur le point de se produire. Je tiens à maintenir la priorité qui m'est déjà assurée, je le présume, par la date de mon brevet. »

M. Davanne donne à la suite de cette lettre les explications suivantes :

« Il a été publié récemment sur l'héliochromie deux Mémoires, l'un par M. Ducos du Hauron dans le journal *le Gers*, l'autre par M. Charles Cros dans le journal *les Mondes*. Ces deux Mémoires offrent l'un avec l'autre beaucoup d'analogie et partent de ce même principe

qu'au lieu de chercher à reproduire sur une même surface toutes les couleurs de la nature indistinctement, il y a lieu de les analyser et de les séparer pour obtenir trois épreuves correspondant aux trois couleurs primitives : le rouge, le jaune et le bleu, et, ces trois épreuves monochromes présentant toutes les gradations de teintes que donne si bien la photographie étant obtenues, on les réunit par un procédé de synthèse quelconque, et en se confondant ensemble elles donnent toutes les autres couleurs, puisqu'elles contiennent tous les éléments du spectre.

» Je ne crois pas avoir à rechercher la question de priorité. Sans doute chaque inventeur, à l'insu l'un de l'autre, faisait un travail qui a abouti à la production des deux Mémoires, et il est arrivé que, tandis que M. Ducos du Hauron me demandait, par l'entremise de M. Marion, de présenter son travail à notre Société, M. Cros venait, d'autre part, appeler votre attention sur son Mémoire dont il promettait une analyse succincte pour votre *Bulletin*.

» Puisque j'ai entre les mains non seulement la publication faite par M. Ducos du Hauron, mais les premiers spécimens à l'appui, je demande à vous donner quelques explications sur ce sujet, en attendant que la brochure spéciale que l'auteur a fait imprimer soit livrée au public... »

Ainsi se trouve nettement élucidée la question relative à la publicité simultanée donnée à ces Communications.

Toutefois, la brochure que Ch. Cros a publiée sous le titre : *Solution du problème de la photographie des couleurs*, ne fut présentée à la Société française de Photographie que le 2 juillet 1869, mais, dans la séance de ce même jour, M. Davanne communiqua à la Société la lettre suivante qui

lui avait été adressée par Cros et qui exposait en quelle situation se trouvait alors la discussion de priorité qui s'est élevée naturellement entre M. Ducos du Hauron et lui relativement à la reproduction par la photographie des couleurs naturelles :

Vous avez rendu compte à la Société de Photographie des travaux de M. Ducos du Hauron, et vous avez remarqué qu'un débat de priorité s'élèverait sans doute entre lui et moi à ce sujet.

Permettez-moi donc, Monsieur, de vous exposer où en est le débat, très honorable et très pacifique du reste, et auquel je dois d'être entré en bons et sympathiques rapports avec mon concurrent.

J'ai écrit à M. Ducos du Hauron, et je lui ai envoyé, avec l'édition réimprimée de mon Mémoire extrait des *Mondes*, la date du pli cacheté contenant les théories qui font l'objet de ce Mémoire. — Ce pli a été reçu par l'Académie des Sciences le 2 décembre 1867.

Comme le brevet de M. Ducos du Hauron ne date que du 23 novembre 1868, j'ai voulu m'assurer s'il n'avait pas d'autres titres que ce brevet. La lettre que vous allez lire répond à cette question. J'ai presque un an de priorité constatée, sans compter la priorité de publication.

Voici cette lettre :

« Vous avez raison de le dire, c'est une curieuse rencontre que la nôtre. Sans nous connaître et à deux cents lieues de distance l'un de l'autre, une même inspiration nous est venue à peu près aux mêmes heures.... Loin de me plaindre de la confraternité qu'elle nous crée, j'en suis hautement flatté et je m'applaudis de voir un homme de votre mérite et de votre science revendiquer la part d'honneur qui lui revient de notre commune découverte. Mon brevet, dont les effets remontent au 23 novembre 1868,

date du dépôt de ma demande, m'a été délivré le 23 février 1869. Or, dès le 25 de ce même mois de février, le journal *les Mondes* publiait votre beau travail théorique sur la photographie des couleurs. Ce simple rapprochement de dates prouve bien, sans qu'il soit nécessaire d'ouvrir votre pli cacheté, que la théorie émise dans votre Mémoire vous appartient, en ce sens tout au moins que ce Mémoire, fruit évident de vos méditations personnelles nombreuses et prolongées, n'a pu rien emprunter à mes travaux, non divulgués jusqu'alors. Je suis donc le premier à proclamer vos titres de propriété scientifique sur les théories par vous publiées; mais je crois avoir, sur les théories à peu près semblables que j'ai publiées de mon côté, des titres de propriété scientifique non moins respectables, sans compter la propriété industrielle qui résulte de mon brevet.

» Ce brevet m'assure en outre la propriété des moyens pratiques et des procédés matériels qui réalisent les théories dont il s'agit; ils m'ont coûté, je vous l'avoue, les travaux les plus ardus, les expériences les plus multipliées, et il m'a fallu de grands efforts de patience et d'imagination pour triompher des obstacles que la pratique a révélés. Quelque importante que fût la conception théorique sur *l'obtention et la fixation des couleurs*, vous vous êtes borné à la consigner dans un pli cacheté; vous avez reculé, de votre propre aveu, devant la *grande dépense de temps et de mouvement* où vous eût entraîné la réalisation de votre idée, vous réservant de voir cette idée *prendre forme et vie* entre les mains des autres sans avoir eu à accomplir personnellement de *travail pénible*.

» *Cette dépense de temps et de mouvement, ce travail pénible*, telle est la rude épreuve que j'ai, quant à moi, acceptée. Sans me flatter d'avoir amené par mes seules expériences personnelles notre commune méthode d'héliochromie à toute la perfection matérielle qu'elle obtiendra dans des ateliers spéciaux ou à l'aide d'un outillage très approprié, il m'a été donné de montrer, dès à présent, des résultats qui confirment pleinement vos prévisions et

les miennes. Une théorie à elle seule, à l'état abstrait et sans indications des moyens pratiques de la réaliser, n'eût pas été brevetable.

» S'il est vrai que devant la science l'idée première l'emporte de beaucoup en un pareil objet sur la recherche et la découverte des moyens d'exécution, qu'à cela ne tienne, Monsieur : l'idée première nous appartient à l'un comme à l'autre. Tel est mon sentiment, telle est la formule à l'aide de laquelle nous pouvons clore cet honorable débat que vous avez eu raison de soulever.

» Je vous autorise, Monsieur, à user de ma lettre comme vous l'entendrez; je trouve tout nturel que vous la livriez à la publicité. Dans ce cas, une insertion intégrale serait nécessaire, et je l'attends de votre loyauté. »

Ch. Cros, après avoir comparé le Mémoire de Ducos du Hauron avec le sien, a exprimé son avis ainsi qu'il suit :

M. Ducos du Hauron ne connaît qu'un seul moyen d'analyse : c'est celui qui consiste à interposer successivement trois verres colorés devant le tableau à reproduire. J'ai décrit ce moyen sous le nom d'*analyse par transparence* comme cas particulier du procédé général qui comprend aussi l'*analyse par réfraction* (successive ou simultanée) et l'*analyse par éclairage monochrome*.

Ce dernier procédé me paraît cependant plus facile à expérimenter tout d'abord que les autres.

Les procédés de synthèse de M. Ducos sont tous décrits dans mon Mémoire sous les noms de *synthèse par réflexion* et *synthèse par transparence* au moyen de positifs antichromatiques; mais, en outre de ceux-là, je donne un procédé où la solution est indépendante de tous produits artificiellement colorés; c'est celui que j'ai nommé *synthèse par réfraction*.

Ainsi donc, ce qui appartient à M. Ducos du Hauron, ce sont ses *procédés pratiques, particuliers;* et toutes

recherches sont permises aux expérimentateurs, non seulement sur les procédés que M. Ducos n'a pas décrits, mais encore sur le moyen général qu'il a réalisé, pourvu que les procédés *pratiques* soient différents.

Il y a là une voie ouverte où chacun peut entrer avec tout avantage. Le problème exige des conditions particulières qui appartiendront à ceux qui les fixeront les premiers.

L'état de la question semble avoir été nettement posé par les deux inventeurs et avec une grande loyauté et une parfaite courtoisie de part et d'autre. Nous avons mieux aimé leur laisser la parole plutôt que de nous livrer à des appréciations personnelles qui n'auraient pu que prêter à de nouvelles discussions.

En fait, nous nous trouvons, à quelques variantes près, en face de deux savants ayant eu la même idée de principe, ayant tous deux indiqué des moyens théoriques de réaliser cette idée et dont un seul a décrit des moyens pratiques et pris un brevet pour s'assurer la propriété industrielle de l'invention; et, à ce propos, il est bon de citer quelques lignes du préambule du Mémoire de Ch. Cros :

Qu'on ne s'étonne pas si je n'apporte pas de résultats réalisés et si je ne cherche pas, par moi-même, à exploiter mon idée. Je n'ai eu, ni antérieurement, ni actuellement, aucun moyen de réalisation. Chercher ces moyens me serait une grande dépense de temps et de mouvement, dépense qui serait suivie du travail de mise en pratique.

Les solutions que j'ai trouvées au problème spécial de la photographie des couleurs sont publiées à la suite, et je ne m'en suis pas réservé la propriété commerciale. C'est la conséquence de l'insouci que j'ai de réaliser par moi-même : l'idée entre dans le domaine public, et les savants spéciaux, les expérimentateurs habiles ne seront gênés en rien dans leurs recherches. Ils pourront, en outre, — et il est nécessaire qu'il en soit ainsi, — se rendre possesseurs exclusifs des procédés particuliers indispensables à l'obtention du résultat final.

Il y a là, bien nettement précisée, l'idée de ne revendiquer aucune application industrielle de la méthode et d'en laisser franchement le soin à d'autres ; or, précisément, Ducos du Hauron s'était préoccupé, dès le début, de la question industrielle et des profits qu'il serait possible d'en tirer. Mais le temps a passé sans qu'une réalisation rémunératrice ait pu lui donner la satisfaction qu'il espérait. Le brevet Ducos étant de 1868, c'est en 1883 que la garantie de sa propriété s'est trouvée périmée. Le champ est donc absolument libre maintenant, et il peut être exploité en toute liberté, sauf quant aux méthodes pratiques particulières qui pourraient être découvertes par de nouveaux chercheurs et dont ils se seront assuré, par un brevet régulier, la propriété industrielle.

Les développements donnés à cette question intéressante de la découverte de la trichromie photographique ont une certaine importance, maintenant que cette trichromie s'est affirmée

par de grands progrès et qu'elle tend à devenir le seul moyen vraiment pratique et industriel d'appliquer la photographie à la reproduction des couleurs.

Pour que cet historique soit complet, il nous faut encore résumer les deux séries d'indications dues l'une à Ducos du Hauron et l'autre à Cros. Ce sont là deux points de départ d'un très grand intérêt, et nous avons la preuve qu'à quelques erreurs près, corrigées aujourd'hui par la science mieux informée, nos deux inventeurs français ont prévu presque tous les moyens d'analyse et de synthèse propres à la réalisation de leur idée. Ces moyens, appliqués en partie depuis, méritent d'être mentionnés dès maintenant, bien que nous ayons à y revenir plus loin lorsque seront décrites les méthodes pratiques les plus susceptibles de conduire à de bons résultats et les plus employées industriellement.

Dans son Mémoire de 1869 : *les Couleurs en photographie, solution du problème,* Ducos du Hauron a d'abord formulé ainsi qu'il suit le principe de l'idée :

Au lieu de confier au soleil le soin d'engendrer les couleurs, ne pourrait-on pas le charger simplement de les distribuer? Au lieu de chercher une préparation unique, qui absorbe en quelque sorte et qui garde à chaque point de sa surface les colorations des rayons qui les frappent, ne pourrait-on pas soumettre à l'action de la lumière une préparation multiple et polychrome, ou du

moins renfermant virtuellement toutes les nuances possibles, laquelle, composée exclusivement de couleurs déjà connues et fournies par l'industrie, serait uniformément étendue sur tous les points de la surface photogénique dans des conditions telles que, dans chacun des rayons simples ou composés qui viennent la frapper, se fixera la couleur simple ou composée correspondante, les autres couleurs étant éliminées sous ce même rayon?

Procédé indirect ou d'interversion.

L'analyse s'obtient en exécutant trois clichés négatifs avec l'interposition d'un verre de couleur verte pour l'un, d'un verre violet pour le second et d'un verre orangé pour le troisième.

Pour la synthèse : emploi de trois feuilles de mica ou bien de trois pellicules de collodion, recouvertes toutes trois d'une couche de gélatine bichromatée colorée, l'une en rouge, l'autre en jaune et la troisième en bleu.

Impression de chacune de ces pellicules par le verso, sous un cliché différent, savoir : *la pellicule rouge sous le cliché obtenu par le verre de couleur verte, la pellicule jaune sous le cliché obtenu par le verre violet et la pellicule bleue sous le cliché obtenu par le verre orangé.*

Développement à l'eau chaude des trois monochromes qu'on superpose en les repérant, et l'image polychrome ainsi obtenue constitue soit une *diaphanie* ou image visible par la lumière transmise, soit une image visible par réflexion si

l'on colle les trois monochromes superposés sur un fond blanc.

Procédé direct.

Première méthode. — Dans cette première méthode les trois positifs monochromes sont constitués par les mêmes trois couleurs rouge, jaune et bleue, non plus transparentes, mais opaques et *réfléchissantes*, formant les clairs de l'image, laquelle devra être placée, non plus sur un fond blanc, mais sur un fond noir. Le blanc résultera non plus de l'absence de matières colorantes, mais de la réunion des trois couleurs étendues sur des pellicules transparentes ou sur des feuilles de mica, en couches assez légères pour que chaque image laisse voir celle qui est placée en dessous. Les noirs, à leur tour, ne seront plus constitués par la réunion de trois couleurs simples transparentes s'éteignant par leur superposition sur un fond blanc, mais, au contraire, par l'absence de toute couleur réfléchissante.

Pour produire cette sorte de tableau, il ne faut plus se servir de verres de couleurs binaires, vert, violet et orangé, complémentaires de celles des positifs; il faut se servir de verres de couleurs simples : ainsi le positif rouge doit être fourni par un verre rouge, le positif jaune par un verre jaune et le positif bleu par un verre bleu.

Cette méthode pèche par l'erreur à laquelle nous nous sommes déjà arrêté : *le blanc ne peut résulter de la réunion des trois couleurs rouge, jaune et bleu.* N'y insistons pas.

Deuxième méthode. — On réalise mieux le phénomène à l'aide d'un procédé optique très curieux. Ce procédé consiste à faire trois clichés au bromure d'argent, en se servant de trois verres rouge, jaune et bleu; au moyen

de ces trois clichés on se procure trois positifs ordinaires, c'est-à-dire incolores, par le procédé au charbon sur pellicule; puis on applique chacun de ces trois positifs sur un fond offrant la couleur du verre qui a servi à obtenir le cliché. Ce fond peut être opaque, comme aussi il peut consister en un verre coloré, si l'on désire éclairer l'épreuve par transparence. On a, de cette manière, trois positifs monochromes analogues à ceux que fournit la méthode précédente : dans l'un, le rouge et ses composés, y compris le blanc, sont représentés par du rouge; dans le second, le jaune et ses composés, y compris le blanc, sont représentés par du jaune; et dans le troisième, le bleu et ses composés, y compris le blanc, sont représentés par du bleu.

Dans les trois épreuves les ombres sont représentées par du noir.

Si l'on projette les images de ces trois épreuves sur une surface blanche, au moyen de trois lentilles placées de telle sorte que les trois images se superposent exactement, on voit apparaître sur l'écran une image polychrome qui est la représentation fidèle de la nature.

C'est là le principe du photochromoscope, très connu aujourd'hui et dont nous aurons à parler plus loin; mais, ici encore, Ducos du Hauron commet l'erreur signalée déjà à propos de la méthode précédente : *la fusion sur l'écran des trois couleurs rouge, jaune et bleu ne pouvant donner le blanc, mais produisant au contraire du noir.*

Troisième méthode. — Il existe une dernière méthode par laquelle la triple opération se fait sur une seule surface; le tamisage des trois couleurs simples s'accomplit, non plus au moyen de verres colorés, mais au moyen d'une feuille translucide recouverte mécaniquement d'un grain de trois couleurs.

Concevons, en effet, un papier dont la surface est entièrement recouverte de raies alternativement rouges, jaunes et bleues, aussi minces que possible, d'égale largeur et sans solution de continuité. Ce papier étant vu de très près, on distinguera les trois couleurs des raies; mais, à distance, elles se confondront en une teinte unique, qui sera blanche si on le regarde par transparence, et grise si on le regarde par réflexion (en supposant de même que l'éclat relatif de ces trois sortes de raies ait été combiné de manière qu'aucune d'elles ne domine); et, si l'on reçoit sur ce même papier l'image de la chambre obscure, cette image vue à distance sera la même que si le papier était réellement blanc.

Or, un papier de cette espèce jouit de la remarquable propriété de fournir, soit par un travail d'artiste exécuté au crayon noir, soit par la lumière à l'aide des procédés directs ou indirects de la photographie ordinaire, un tableau dans lequel les couleurs naturelles sont reproduites avec un certain degré de vérité.

Supposons que l'on veuille, sur ce papier, qui présente, vu à distance, une teinte neutre uniforme, faire naître, par exemple, au moyen d'un crayon noir foncé, les raies jaunes et les raies bleues. Veut-on obtenir la teinte violette, on éteindra de la même manière les raies jaunes, sauf à affaiblir, si l'on veut, le trop grand éclat du violet (trop grand parce qu'il est dû à deux raies à la fois) en ombrant légèrement au crayon les raies rouges et les raies bleues. Pour produire le gris, on atténuera l'éclat des trois raies; pour ce qui est du noir, il s'obtiendra naturellement par leur extinction totale.

Ducos du Hauron applique la photographie au lieu d'un travail au crayon.

Pour rendre cette méthode tout à fait pratique, dit-il, il faut employer de préférence, comme auxiliaire, les procédés indirects de la photographie ordinaire. On aura, une fois pour toutes, une pellicule unique, en

feuille de mica recouverte, sur un côté, de raies rouges, jaunes et bleues, de couleur intense, sur l'autre côté de raies inégalement sombres. On se servira alors de cette pellicule comme tamis pour obtenir sur d'autres surfaces, mises en contact avec elle (papier, verre, etc.), des clichés négatifs au bromure d'argent; chacun de ces clichés fournira à son tour des positifs de couleur noire au charbon sur pellicule, verre ou mica, etc., et il ne restera plus qu'à appliquer chacun de ces positifs sur une surface opaque et transparente recouverte mécaniquement de raies rouges, jaunes et bleues correspondant une à une par leur position aux raies de la pellicule qui a servi au tamisage des rayons de couleurs simples.

L'idée géniale qui vient d'être exposée a donné lieu à l'exploitation de deux procédés basés sur l'impression à travers des écrans rayés : ce sont ceux de M. Joly et de M. Mac Donough; nous aurons à y revenir. Notons en passant, cette fois encore, l'erreur, toujours la même, commise par Ducos du Hauron, des trois couleurs rouge, jaune et bleu, et nous en aurons fini avec ses indications premières, celles de 1869, où l'erreur, trois fois renouvelée dans ce qu'il a appelé *son procédé direct*, n'existe pas dans le procédé indirect ou par interversion. Il convient de le faire remarquer, c'est de toute justice, et ce fait nous semble de nature à atténuer considérablement la portée de l'erreur commise dans la description des trois méthodes du procédé direct.

Nous avons maintenant à résumer les suggestions de Ch. Cros.

Il commence, tout comme Ducos du Hauron, par faire erreur sur les trois espèces de couleurs élémentaires qui sont, dit-il, le *rouge*, le *jaune* et le *bleu*.

Il s'agit donc de prendre trois épreuves différentes, l'une de tous les points plus ou moins rouges ou qui contiennent du rouge; la seconde de tous les points jaunes ou contenant une proportion de jaune; la dernière de tous les points bleus ou contenant du bleu.

Ces trois épreuves, en les supposant obtenues en teintes uniformes, comme celles de la photographie ordinaire, exprimeront en noir et en gris plus ou moins foncé les quantités respectives de rouge, de jaune, de bleu qu'il y a dans tous les points du tableau.

C'est là un moyen d'avoir l'*analyse* du tableau.

Les moyens d'*analyse successive* sont de trois espèces : analyse par transparence, analyse par réfraction, analyse par éclairage monochrome.

1° Le procédé d'analyse successive par transparence est le premier moyen : il consiste à *tamiser les rayons à travers des verres colorés*.

Ces verres sont, dit-il, *rouge, jaune* et *bleu ;* erreur confirmée, mais qui, nous le verrons plus loin, se trouvera corrigée.

2° Le second moyen consiste à remplacer les verres colorés par un prisme qu'on fait tourner à chaque épreuve de manière qu'en premier lieu il n'envoie que des rayons rouges; ensuite que des rayons jaunes, enfin que des rayons bleus.

Ce procédé évite l'emploi d'émaux transparents et de couleurs artificielles, produits toujours impurs et qui laissent passer de la lumière blanche.

Une méthode analogue, dont nous nous occuperons plus loin, a été imaginée par M. le professeur Wood, de l'Université de Wisconsin, mais avec des réseaux de diffraction au lieu des prismes.

3° Le troisième moyen consiste à prendre successivement trois épreuves avec un appareil photographique ordinaire, sans aucune modification, mais en ayant soin d'éclairer les objets à reproduire, d'abord avec de la lumière rouge, ensuite avec de la lumière jaune, enfin avec de la lumière bleue. Ces différents rayons sont pris dans un spectre ou obtenus au moyen de milieux transparents colorés.

Le procédé d'analyse *simultanée* consiste à prendre simultanément les trois épreuves dans les trois régions de rayons simples du spectre résultant de la décomposition des rayons émis par le tableau à reproduire.

Ce procédé nous paraît d'une application bien difficile, sinon impossible.

Cros est ici en contradiction avec lui-même, car, en éclairant les objets ou personnes avec des verres colorés formés de colorations impures mélangées de lumière blanche, il ne se trouve pas dans une situation meilleure qu'avec l'emploi des écrans colorés employés au tamisage des radiations réfléchies dans la chambre noire.

La méthode de formation synthétique des images colorées par voie de superposition est ensuite exposée quant à son ensemble, puis Ch. Cros ajoute :

Les procédés de synthèse sont de deux ordres : synthèse successive, synthèse simultanée.

Synthèse successive. Le phénakisticope. — Ce procédé s'applique aux projections sur écran, aux positifs transparents et aux positifs à vue directe. Les instruments sont plus simples que le phénakisticope, car il n'y a que trois figures élémentaires au lieu de vingt et trente.

J'en donnerai les dispositifs si on le désire.

La lanterne chromoscopique se trouve là tout indiquée, bien que non décrite; on comprend qu'elle est dans la pensée de l'auteur.

Synthèse simultanée. — Il y en a trois espèces : la synthèse par réflexion, la synthèse par réfraction, et la synthèse par transparence au moyen de positifs antichromatiques.

1° La synthèse par réflexion consiste à faire voir les trois images à la même place au moyen de glaces transparentes.

On sait qu'une glace transparente, tout en laissant voir ce qui est derrière elle, reflète les images bien éclairées qu'on lui présente; c'est sur cette propriété qu'est fondé l'amusement des spectres et apparitions. Le procédé s'applique aux positifs par transparence et à vue directe.

C'est là la prévision très nette du chromoscope tel qu'on le construit actuellement.

2° La synthèse par réfraction donne une des solutions les plus élégantes du problème. Elle est fondée sur le principe suivant : le trajet d'un rayon coloré simple qui traverse une succession de milieux réfringents différents est le même dans les deux sens, c'est-à-dire que la source du rayon et son point d'arrivée peuvent échanger leurs places sans que le trajet varie.

Or, si l'on envoie à travers un prisme un rayon mixte contenant du rouge, du jaune, du bleu, chacun de ces rayons viendra se projeter à une place distincte. Si ensuite, de chacune des places où ces rayons sont tombés, on envoie des rayons de même espèce dans le prisme sous les mêmes angles respectifs que ceux d'émergence, on reconstituera un rayon mixte identique.

.....

D'où cette conséquence que le même appareil qui sert à décomposer le tableau en trois épreuves, puis dans les régions rouge, jaune, bleue du spectre, servira, une fois ces épreuves obtenues, à faire la recomposition. Il suffira, pour cette synthèse, de remplacer les trois clichés immédiats par leurs positifs *non colorés*, et d'envoyer à travers chacune *un rayon de lumière blanche suivant le trajet d'émergence du rayon coloré correspondant.*

Cette solution est remarquable en ce qu'elle ne fait dépendre le résultat d'aucun produit artificiel coloré.

Mais il est douteux qu'une mise en pratique d'un pareil procédé soit chose facile.

3° La synthèse antichromatique consiste à superposer réellement les trois positifs sur une surface blanche ou transparente, de manière à obtenir un résultat fixe et visible sans instrument intermédiaire.

Voici comment ce résultat est réalisé :

Au moyen de trois clichés, on obtient trois planches héliographiques sur pierre ou sur acier, planches qui donnent des épreuves positives.

Les parties foncées de l'épreuve rouge, par exemple, représentent les parties du tableau où le rouge a le moins agi, les parties claires, celles où il était en *maximum*.

En ces points où il n'y avait pas de rouge, il ne pouvait y avoir que du noir, du jaune ou du bleu.

On tire cette première épreuve en *vert*, couleur complémentaire du rouge. J'appelle cette épreuve le *positif antichromatique* du rouge.

Sur cette épreuve verte, on tire le positif *antichromatique* du jaune, qui est *violet*, et enfin celui du bleu, qui est *orangé*.

Ils font faire le second et le troisième tirage avec des laques transparentes qui laissent voir dessous la teinte du premier.

En pratique, il sera probablement meilleur d'obtenir des clichés avec les rayons *verts, violet orangé*, et le tirage avec encres *rouges, jaunes, bleues*.

In cauda veritas !

Cros, pour le comparer à Du Hauron, n'a en fait rien de mieux à son actif. Il dit, comme incidemment, qu'en pratique il serait probablement meilleur d'obtenir les clichés avec les *rayons vert, violet* et *orangé*. Comme si en théorie les clichés obtenus avec les rayons rouge, jaune et bleu pouvaient jamais conduire au résultat désiré; il tombe dans le vrai comme par hasard et il semble dire qu'on pourrait employer indifféremment les deux moyens; ce qui, en ce cas, constituerait une très grande erreur s'il s'agissait des clichés obtenus avec les couleurs rouge, jaune et bleue.

Ducos du Hauron, tout en s'étant trompé dans la description de ses trois méthodes, quant aux couleurs élémentaires, a au moins mieux débuté en indiquant nettement la manière dont il obtient les trois négatifs : avec des verres de couleur *verts, violets et orangés* et leur tirage positif sur des mixtions rouge, jaune et bleue, ce qui répond aux *desiderata* de la théorie scientifique des couleurs.

En terminant son Mémoire, Ch. Cros a, dans un appendice qui en dit beaucoup en peu de mots, décrit un *véritable chromoscope* comme réalisant l'expérience par lui rêvée, pour arriver à reconstituer avec les trois épreuves élémentaires le tableau réel avec toutes ses teintes.

Depuis, on a mis la plupart de ses idées en pratique et notamment la première; on ne pouvait mieux voir dans l'avenir.

Depuis l'époque de la communication de son premier Mémoire, Ducos du Hauron n'a cessé de travailler, mais il n'a pas apporté à ses idées premières de notables perfectionnements.

Quant à Cros, il a été enlevé à la science sans y avoir apporté, dans cette voie au moins, aucune contribution nouvelle; nous avons pourtant une épreuve de lui qui, en 1889, a été imprimée typographiquement en trois couleurs avec trois clichés de simili-gravure.

La question a marché depuis et, sans que les bases essentielles de la méthode aient été modifiées, on peut constater que ses applications vont se répandant de plus en plus.

Sans parler de la France, où quelques maisons et notamment celle de M. Hemmerlé, à Lyon, appliquent couramment la photogravure à la trichromie, nous pouvons citer diverses autres nations, telles que les États-Unis d'Amérique, l'Angleterre, l'Allemagne, la Suisse, la Belgique et

l'Autriche, où sont accomplis industriellement des travaux de cette sorte fort remarquables.

Il n'y a pas que dans la voie des impressions photomécaniques qu'il en est fait emploi. On procède également par imbibition, ainsi que le font avec tant de succès MM. Lumière de Lyon, dont le procédé est décrit plus loin; par les impressions dites *au charbon,* ainsi que l'ont fait M. E. Vallot, dont les résultats sont si remarquables, M. Chaupe, et sans doute d'autres encore, sans nous citer nous-même.

Mais nous en reparlerons quand nous en serons au Chapitre des *applications.*

Nous avons tenu à bien faire connaître la genèse d'une invention appelée à compléter merveilleusement l'ensemble déjà si considérable des applications de la Photographie. L'art de l'illustration du livre lui devra bientôt ses productions les plus attrayantes, la science lui adressera de nombreux appels; il était donc nécessaire, indispensable, d'en faire bien connaître les origines, surtout françaises, et de montrer combien le progrès est lent à se manifester alors même que depuis plus de 30 ans cette invention a été publiée dans tous ses détails de mise en œuvre et qu'on n'a, depuis, que fort peu ajouté aux descriptions des premiers procédés.

La plus importante des additions à l'ensemble des ressources dont on pouvait alors disposer a

été la fabrication des plaques orthochromatiques et panchromatiques, grâce auxquelles la sensibilité aux diverses couleurs se trouvait réalisée.

C'est là un perfectionnement de grande valeur, et encore est-on à se demander maintenant si, dans cette voie, il n'est pas quelques nouveaux progrès à réaliser, notamment dans le sens d'une sensibilité au vert mieux caractérisée.

Nous pouvons, dès maintenant, aborder la description d'un procédé type, basé sur l'expérience et les indications des divers praticiens ou chercheurs qui ont publié leurs travaux.

CHAPITRE IV.

REPRODUCTION DIRECTE DES COULEURS. MÉTHODE INTERFÉRENTIELLE DE M. LIPPMANN.

Nous ne connaissons comme digne d'être cité, parmi les progrès sérieux accomplis dans la voie de la photochromie directe, que le procédé Lippmann, connu sous le nom de *Photochromie interférentielle.*

C'est, jusqu'ici, le seul moyen d'obtenir directement, sur une plaque sensible, en une seule impression, l'image ou mieux la reproduction des rayons colorés réfléchis dans la chambre noire.

Cette méthode, dont nous avons vu des résultats véritablement admirables, n'est pourtant encore qu'une fort belle expérience de laboratoire; elle est malheureusement d'une telle délicatesse que les plus habiles à l'exécuter ne sont jamais absolument sûrs du succès. Nous ne saurions dire qu'il en sera toujours de même, et il se peut bien qu'un nouveau tour de main conduise à des résultats plus constants. En attendant on ne peut

compter sur des œuvres accomplies industriellement par cette méthode, et il n'y a aucune application immédiate à en attendre du côté des reproductions artistiques.

Ce moyen de reproduction directe des couleurs n'en est pas moins fort intéressant, parce qu'il donne la preuve d'une possibilité dont on a douté longtemps et parce qu'il réalise une des plus curieuses et des plus étonnantes expériences de laboratoire qu'on puisse rêver : la formation à l'aide de la Photographie, dans le sein d'une couche de gélatine, d'un réseau de lames minces parallèles et ayant des distances de longueurs d'onde correspondant aux longueurs d'onde des couleurs réfléchies sur la surface de cette couche, qui n'est autre qu'une couche de gélatine au bromure d'argent.

Ce qui est surtout intéressant dans le résultat obtenu par M. Lippmann c'est que les couleurs de ses images sont celles mêmes du spectre, c'est-à-dire des radiations de lumière blanche décomposées par les lames minces d'ondes de longueurs diverses et sans qu'il y ait la moindre trace de coloration pigmentaire.

Je me suis proposé, dit-il [1], d'obtenir sur une plaque sensible photographique l'image du spectre avec ses cou-

---

[1] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXII, p. 274 février 1891.

leurs, de telle façon que cette image demeurât désormais fixée et pût rester exposée indéfiniment au grand jour sans s'altérer.

J'ai pu résoudre ce problème en opérant avec les substances sensibles, les développateurs et les fixatifs courants en Photographie, et en modifiant simplement les conditions physiques de l'expérience. Les conditions essentielles pour obtenir les couleurs en Photographie sont au nombre de deux : 1° continuité de la couche sensible; 2° présence d'une surface réfléchissante adossée à cette couche.

J'entends par continuité l'absence de grains; il faut que l'iodure, le bromure d'argent, etc. soient disséminés à l'intérieur d'une lame d'albumine, de gélatine ou d'une autre matière transparente ou inerte, d'une manière uniforme et sans former de grains qui soient visibles même au microscope; s'il y a des grains, il faut qu'ils soient de dimension négligeable par rapport à la longueur d'onde lumineuse.

L'emploi des grossières émulsions usitées aujourd'hui se trouve par là exclu. Ma couche continue est transparente, sauf, ordinairement, une légère opalescence bleue. J'ai employé comme support l'albumine, le collodion et la gélatine, comme matières sensibles l'iodure et le bromure d'argent; toutes ces combinaisons donnent de bons résultats.

La plaque sèche est portée dans un châssis creux où l'on verse du mercure; ce mercure forme une lame réfléchissante en contact avec la couche sensible. L'exposition, le développement, le fixage se font comme si l'on voulait obtenir un négatif noir du spectre; mais le résultat est différent : lorsque le cliché est terminé et séché, les couleurs apparaissent.

Le cliché obtenu est négatif par transparence, c'est-à-dire que chaque couleur est représentée par sa complémentaire. Par réflexion, il est positif, et l'on voit la couleur elle-même, qui peut s'obtenir très brillante. Pour obtenir ainsi un positif, il faut révéler ou parfois renforcer l'image

de façon que le dépôt photographique ait une couleur claire, ce qui s'obtient, comme on sait, par l'emploi de liqueurs acides.

On fixe à l'hyposulfite de soude suivi de lavages soignés; j'ai vérifié qu'ensuite les couleurs résistaient à la lumière électrique la plus intense.

La théorie de l'expérience est très simple à la lumière incidente, qui forme l'image dans la chambre noire, interférée avec la lumière réfléchie par le mercure.

Il se forme, par suite, dans l'intérieur de la couche sensible, un système de franges, c'est-à-dire de maxima lumineux et minima obscurs. Les maxima seuls impressionnent la plaque; à la suite des opérations photographiques, ces maxima demeurent masqués par des dépôts d'argent plus ou moins réfléchissants qui occupent leur place. Les couches sensibles se trouvent partagées par ces dépôts en une série de lames minces qui ont pour épaisseur l'intervalle qui séparait deux maxima, c'est-à-dire une demi-longueur d'onde de la lumière incidente. Ces lames minces ont donc précisément l'épaisseur nécessaire pour reproduire par réflexion la couleur incidente.

Les couleurs visibles sur le cliché sont ainsi de même nature que celles des bulles de savon. Elles sont seulement plus pures et plus brillantes, du moins quand les opérations photographiques ont donné un dépôt bien réfléchissant. Cela tient à ce qu'il se forme dans l'épaisseur de la couche sensible un très grand nombre de lames minces superposées : environ 200 si la couche a, par exemple, $\frac{1}{20}$ de millimètre. Pour les mêmes raisons, la couleur réfléchie est d'autant plus pure que le nombre des couches réfléchissantes augmente. Ces couches forment, en effet, une forme de réseau en profondeur, et, pour la même raison que dans la théorie des réseaux par réflexion, la pureté des couleurs va en croissant avec le nombre des miroirs élémentaires.

Nous ne pouvions mieux faire que de reproduire le texte même de la Communication faite par

M. Gabriel Lippmann à l'Académie des Sciences ; on a de la sorte la meilleure explication qu'il soit possible de donner de cette merveilleuse découverte. Nous pourrions indiquer ici la marche opératoire de l'expérience de façon à guider les expérimentateurs dans cette voie. Malheureusement le nombre de ceux à qui s'adresse cet Ouvrage, plus spécialement consacré à la Photographie indirecte des couleurs, est beaucoup plus grand que le nombre des savants aptes à répéter les expériences de M. Lippmann et à chercher à les perfectionner dans un sens plus pratique.

Nous renverrons donc pour les détails à divers Ouvrages très bien faits qui se sont occupés plus spécialement de la Photochromie interférentielle ; ce sont, entre autres : ceux de M. Berget (Alphonse), *Photographie des couleurs par la méthode interférentielle de M. Lippmann.*

De M. A. Berthier : *Manuel de photochromie interférentielle,* à la librairie Gauthier-Villars.

De M. F. Drouin : *La Photographie des couleurs.* Librairie Ch. Mendel.

MM. Krone, de Saint-Florent, Ch.-R. Thving, Kitz, Lumière, Valenta ont, chacun de son côté, fait d'intéressantes expériences dont on trouvera les détails dans ces Ouvrages.

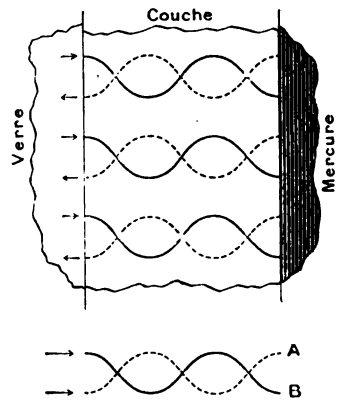
Nous croyons pourtant devoir résumer ici la marche opératoire des opérations et montrer les schémas des appareils employés.

Méthode opératoire de M. Lippmann. — Nous rappellerons que la méthode interférentielle consiste à déterminer, dans l'épaisseur d'une couche sensible, en contact avec un miroir mercuriel, une série de lames minces formées par de l'argent réduit et distantes les unes des autres d'une demi-longueur d'onde.

Les lames minces ainsi obtenues, éclairées ensuite par de la lumière blanche, ne réfléchissent à chaque endroit que la couleur de la longueur d'onde correspondant à celle qui l'avait frappée.

La figure 34 montre les sinuosités des rayons

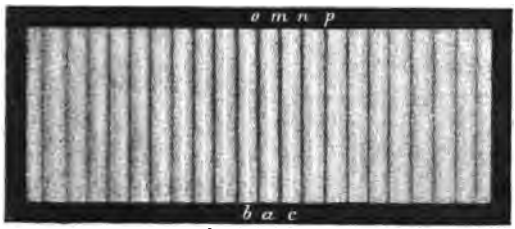
Fig. 34.



incidents B et des rayons réfléchis A. C'est là ce qu'on appelle les *interférences*. La figure 35 en donne également une idée.

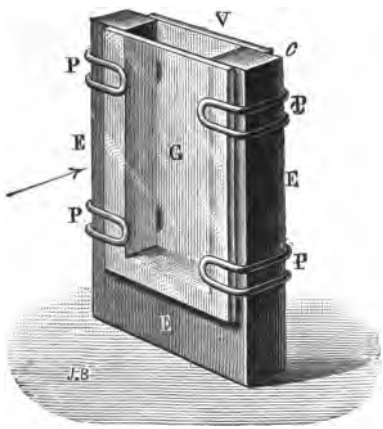
Ce fait étant admis, il reste à le vérifier par l'expérience.

Fig. 35.



Pour y arriver, un châssis spécial a été construit dans lequel la plaque peut être, du côté même où

Fig. 36.



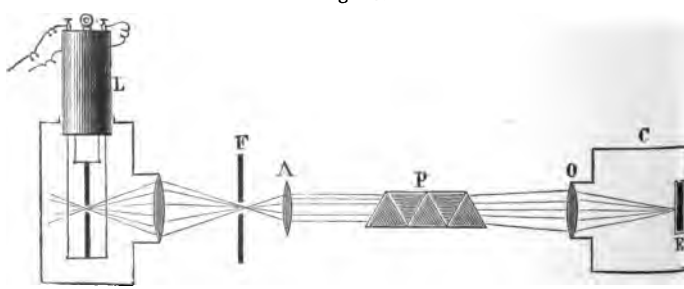
est l'émulsion, en contact immédiat avec du mercure. (*Voir* dans la *fig.* 36 le dessin de ce châssis;

celui de M. Penrose est représenté par la *fig.* 37.)

Fig. 37.

Rien n'est changé quant à la chambre photogra-

Fig. 38.



phique. La figure 38 donne, d'ailleurs, un dessin

du dispositif d'ensemble tel que l'a établi M. Lippmann pour la reproduction du spectre.

Les opérations du développement, fixage, etc. restent les mêmes que pour la photographie courante, et ce n'est qu'après dessiccation complète qu'on aperçoit les couleurs en regardant le cliché sous une certaine incidence.

Les épreuves obtenues par MM. Lumière sont des plus remarquables que nous ayons vues ; ils les ont obtenues avec une émulsion sensible réalisant, d'une façon parfaite, les prescriptions de M. Lippmann, c'est-à-dire douée d'une transparence complète.

L'heureux essai fait par nous-même de la préparation de cette émulsion nous engage à en donner les formules ; des plaques ainsi préparées peuvent rendre, dans la photographie des couleurs, d'autres services que ceux qu'elles ont rendus aux expérimentateurs de la méthode Lippmann.

Voici la solution à préparer :

A.	Eau distillée	400g
	Gélatine	20g
B.	Eau distillée	25cm³
	Bromure de potassium	2g,3
C.	Eau distillée	25cm³
	Nitrate d'argent	3g

On ajoute à la solution C la moitié de la solution A, puis l'autre moitié de cette dernière est additionnée à B. On mélange ensuite ces deux solutions gélatineuses en

versant le liquide contenant le nitrate d'argent dans celui contenant le bromure de potassium. On additionne ensuite d'un sensibilisateur coloré convenable : cyanine, violet de méthyle, crythrosine, etc., puis l'émulsion est filtrée et couchée sur plaques.

Cette opération doit se faire à la tournette. La température de la solution ne dépassant pas 40°, on fait prendre la couche en gelée, puis les plaques sont immergées dans de l'alcool, pendant un temps très court, traitement qui permet le mouillage complet de la surface et enfin on lave dans un courant d'eau. La couche étant très mince, le lavage ne demande que fort peu de temps.

On obtient ainsi des plaques d'une transparence complète.

Les plaques ayant été lavées suffisamment sont mises à sécher, puis, avant l'emploi, traitées pendant deux minutes par la solution suivante :

Eau	200 cm³
Nitrate d'argent	1 g
Acide acétique	1 g

Ce dernier traitement permet d'obtenir des images beaucoup plus brillantes. Il augmente en outre la sensibilité, mais amène assez rapidement l'altération de la couche sensible.

On sèche de nouveau, puis la plaque est exposée comme l'indique M. Lippmann.

Le révélateur est ainsi formé :

Solution I.

Eau	200 cm³
Acide pyrogallique	1 g

Solution II.

Eau	100 g
Bromure de potassium	10 g

Solution III.

Ammoniaque caustique D = 0,960 à 18°.

Pour développer on prend :

Solution I	10	parties.
» II	15	»
» III	5	»
Eau	70	»

Le titre de l'ammoniaque a une importance très nette, car des variations assez faibles dans les proportions ci-dessus diminuent vite l'éclat des couleurs.

Après le développement, la plaque est lavée, fixée par une immersion de 10 à 15 secondes dans une solution de cyanure de potassium à 5 pour 100, et enfin séchée.

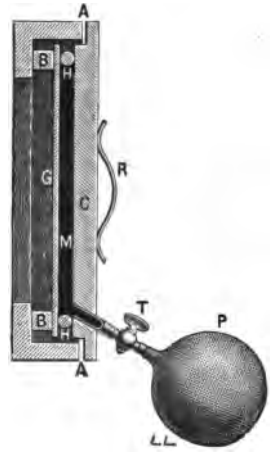
Les écrans colorés sont interposés comme il suit : d'abord l'écran rouge, qui demeure en place pendant la plus grande partie de la pose; puis l'écran vert, qui reste moins longtemps, et enfin on termine par une courte pose sans aucun écran.

Pour compléter nous croyons devoir donner simplement les dessins du châssis Lumière (*fig.* 39) et Valenta (*fig.* 40 et 41) et du châssis Contamine Richard (*fig.* 42 et 43).

M. Louis Lumière à imaginé de couvrir les plaques d'un prisme collé sur elles avec du baume de Canada, pour faciliter la mise au point et donner plus d'éclat aux couleurs.

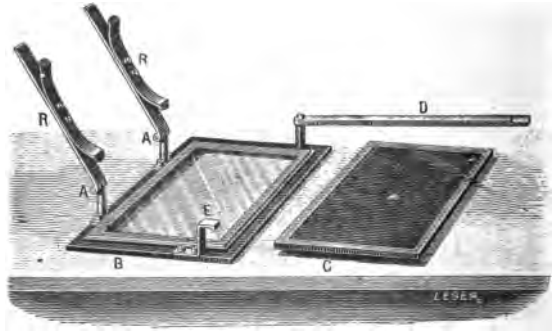
Les images interférentielles gagnent beaucoup à être vues ainsi; elles n'ont plus autant l'éclat métallique qu'on remarque sur les épreuves vues directement. Les couleurs, tout en conservant un grand éclat, ont une douceur exquise qui fait

Fig. 39.



de l'exhibition de ces merveilleux tableaux, par

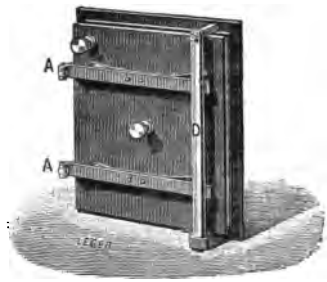
Fig. 40.



voie de projection surtout, un spectacle des plus attrayants.

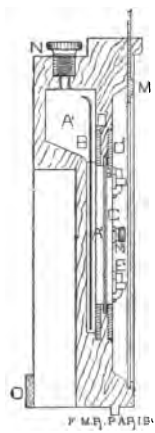
La projection s'impose donc, et c'est là un des

Fig. 41.



désavantages de cette méthode, trop scientifique

Fig. 42.

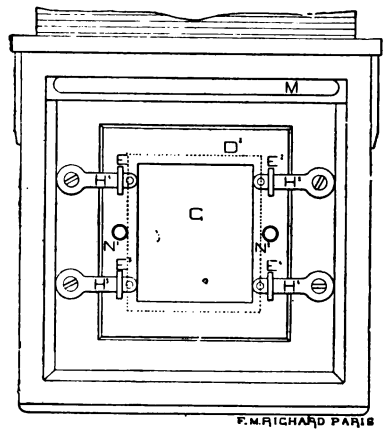


encore pour entrer telle quelle dans le domaine de

la pratique. La figure 44 montre le dispositif imaginé par MM. Lumière pour projeter les épreuves interférentielles.

Il n'est pas dit qu'elle n'y entrera pas un jour et qu'on ne parviendra pas à réaliser des impres-

Fig. 43.



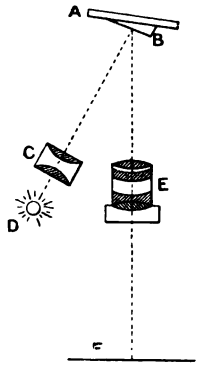
sions par contact, d'après un original, pour la multiplication des épreuves.

De vagues essais ont déjà été faits dans cette voie; certaines suggestions ont été indiquées. Sachons attendre et nous (ou d'autres après nous) verrons de bien autres merveilles.

Nous ne pouvions ne pas parler de cette méthode si remarquable, ne serait-ce que pour expliquer, à ceux de nos lecteurs qui l'ignorent, comment on

est arrivé d'une façon directe à reproduire immédiatement les couleurs. Ils comprendront mieux ainsi la possibilité d'y réussir un jour d'une façon plus certaine, et, en tout cas, ils auront une idée de cette si extraordinaire et si admirable décou-

Fig. 44.



verte à laquelle est à jamais attaché le nom de M. Gabriel Lippmann.

En 1893, nous avons émis la suggestion qu'on va lire. Bien que cette méthode soit *indirecte,* elle présente l'avantage d'une impression interférentielle, soit *sans couleurs pigmentaires.*

Suggestion relative à un procédé d'impression en couleurs par la méthode interférentielle à l'aide d'un chromogramme.

Il résulte des expériences de M. Lippmann que l'on peut imprimer sur une plaque sensible le spectre solaire avec

ses couleurs; mieux encore, des couleurs composées ont été reproduites, et cette possibilité constitue, à notre avis. un moyen régulier de faire des tirages polychromes non pas par contact, mais par voie de projection sur un écran sensible.

Voici comment. Mais avant il est bon de rappeler ce que nous entendons par le mot *chromogramme.* Il désigne l'ensemble de trois diapositifs tirés de clichés représentant, l'un l'action des bleus de l'original, l'autre l'action des jaunes et verts, et le troisième l'action des rouges.

Si, au lieu de reproduire directement les couleurs du sujet original, ce qui, dans l'état actuel du procédé Lippmann, n'est pas chose facile, sur nature, nous nous contentons d'en exécuter les trois clichés sélectifs, nous aurons par le tirage des positifs les trois monochromes dont la superposition, par voie de projection, doit nous conduire à l'impression désirée; mais il reste à savoir si l'on doit opérer en projetant simultanément les trois images, ou s'il ne serait pas préférable de faire trois impressions successives.

Nous ne pourrions nous prononcer qu'après avoir fait l'essai des deux façons de procéder.

Ce que nous pouvons admettre néanmoins, c'est que l'impression à l'aide d'un chromogramme offre l'avantage de pouvoir travailler dans l'atelier avec une lumière connue et dans des conditions de régularité et de précision qu'on ne saurait trouver lorsque l'on opère soit au dedans, soit à l'extérieur.

La connaissance parfaite des milieux colorés et de la source lumineuse employés supprime une des principales difficultés de la méthode que nous suggérons, de même qu'il est bien plus facile, une fois les monochromes (diapositifs) exécutés, de les reproduire dans un atelier où tout est disposé pour cette expérience, où la multiplication d'une même image peut s'obtenir en telle quantité désirée et sans tâtonnement dès que l'on a fixé toutes les données relatives à l'épreuve base ou d'essai.

Supposons que le diapositif du rouge soit projeté seul avec une lumière rouge sur la plaque sensible; celle-ci possédant, bien entendu, la sensibilité au rouge, on arrivera à déterminer le temps nécessaire à cette impression, et le développement devra donner une image négative en camaieu rouge semblable à celle que l'on voyait sur l'écran de mise au point.

Conservons cette impression et faisons-en autant avec les deux autres diapositifs du vert et du violet.

Nous aurons trois pellicules qui, étant isolées de leur support, ce qui est chose facile, pourront être superposées, auquel cas il nous semble que, vues sous une certaine incidence et par réflexion, elles devront donner la sensation des couleurs complètes de l'original.

On pourrait encore, sur une seule et même plaque, faire tomber successivement, bien à la même place, les trois images projetées, puis développer, ce qui conduirait au résultat complet. Enfin, si l'on avait un appareil permettant un repérage exact des images, on les grouperait et d'un seul coup on en obtiendrait la reproduction polychrome.

Malheureusement les images en couleurs composées ou obtenues jusqu'ici par M. Lippmann et par MM. Lumière ne sont visibles que sous une certaine incidence : c'est là un grave défaut. Nous ne savons si l'on parviendra à remédier à cet inconvénient; c'est à désirer. Déjà, en usant d'albumine ou de gélatine bichromatée, la visibilité directe est obtenue, mais la couleur jaune de la préparation sensible arrête les radiations bleues et l'image définitive manque de ces radiations indispensables : elle est donc incomplète.

D'autre part, l'effet des colorations diverses n'est produit que par la différence des indices de réfraction des lamelles du réseau interférentiel; il faut mouiller la couche de mucilage pour que cette différence se manifeste, et encore varie-t-elle avec un degré d'humidité plus ou moins grand.

Il n'y a donc pas lieu de songer à l'emploi d'un muci-

lage bichromaté, et la couche d'un enduit sensible au chlorure ou au bromure d'argent (collodion ou gélatine) est encore préférable.

D'autant mieux que l'on fait de ces préparations, à peu près incolores, ce qui, au point de vue de l'impression de toutes les couleurs, convient parfaitement.

Pour réussir, il faut que la préparation sensible soit non seulement exempte de grains, très transparente, mais encore qu'elle soit orthochromatique par rapport à toutes les couleurs ou, autrement dit, qu'elle soit susceptible d'être impressionnée à la fois par les bleus, les verts, jaunes et rouges.

L'emploi d'écrans ne suffirait pas. L'écran ne rend pas une plaque plus sensible à telle couleur; il n'a d'autre rôle que de ralentir ou de supprimer l'action des bleus.

Ainsi la plaque recevrait d'abord la projection bleu violet pendant très peu de temps, puis la projection verte pendant un temps environ 8 fois plus long et enfin la projection rouge pendant un temps 180 à 200 fois plus long que pour la première impression bleue.

Quant à la plaque, elle pourrait être orthochromatisée à la cyanine et à l'érythrosine, ce qui suffirait pour la rendre sensible aux verts, jaunes et rouges.

L'opération est successive; on sensibilise au rouge une plaque déjà sensible au jaune; nos divers essais dans cette voie ont fort bien réussi.

Sans avoir pu encore nous livrer à l'étude expérimentale de la méthode que nous suggérons, nous ne pouvons tracer des règles précises, mais le détail opératoire, si important qu'il soit, en matière aussi délicate, n'est chose à chercher qu'une fois démontré le principe.

Nous avons une tendance à croire que la superposition successive des effets ou impressions se prêtera mieux à l'obtention des images polychromes que la reproduction directe des objets eux-mêmes.

La multiplicité des couleurs composées de la nature se réduira à trois, ou à peu près, si les milieux colorés

choisis peuvent se rapprocher beaucoup de leurs types monochromatiques.

On arriverait à user de milieux colorés très rapprochés des zones spectrales que l'on voudrait imiter, et en ce cas l'enchevêtrement des franges interférentielles serait même compliqué.

Nous livrons cette idée pour ce qu'elle vaut, nous réservant d'ailleurs de l'expérimenter pour être en mesure de la juger mieux nous-même et de montrer avec plus de certitude ce que l'on en peut tirer, si les premiers résultats correspondent à notre attente.

CHAPITRE V.

PHOTOGRAPHIE INDIRECTE DES COULEURS.

Nous rentrons dans le sujet qui fait plus spécialement l'objet de ce Traité, en nous occupant des procédés divers constituant ce que l'on a appelé avec raison la *Photographie indirecte des couleurs.*

Pour être plus complète et plus nette, cette désignation des méthodes de reproduction des couleurs devrait, si ce n'était vraiment trop long, être exprimée comme ceci : *Photographie en noir des objets colorés pour produire des positifs monochromes des couleurs diverses destinés à constituer des images polychromes par voie de superposition.*

Pour cette spécification que nous sommes loin de recommander et qui n'est qu'une sorte de définition de ce que l'on entend par les mots *Photographie indirecte des couleurs*, on voit qu'il s'agit bien là d'opérations multiples en vue d'obtenir, à l'aide de la photographie, les monochromes que le peintre chromolithographe produit plus impar-

faitement et en plus grand nombre sur la pierre lithographique.

L'analogie est complète, seulement, grâce à une étude plus approfondie des combinaisons entre elles des radiations colorées du spectre, on a cru pouvoir réduire à trois le nombre des monochromes dont le phototype est demandé à la photographie, ainsi qu'on l'a vu dans le Chapitre III.

Il y a divers moyens de réaliser la photographie indirecte des couleurs ; nous allons étudier successivement ceux qui sont les plus intéressants et dont la mise en œuvre fournit les meilleurs résultats.

Mais nous devons tout d'abord exprimer notre conviction, basée sur une longue étude de cette question, que, quelque perfectionnés que soient les divers procédés actuels, ils laisseront encore certaines lacunes à combler.

Seulement, l'œuvre photographique est déjà si puissante qu'il reste vraiment peu à faire pour qu'elle arrive à donner des résultats aussi complets qu'on peut le désirer.

Pour s'en rendre compte, il n'y a qu'à comparer l'œuvre accomplie par la photographie dans la constitution des trois négatifs de la trichromie avec celle d'un dessinateur chromiste exécutant sur la pierre lithographique les divers monochromes d'une chromolithographie. Ce n'est qu'en

accumulant les monochromes, dont le nombre dépasse quelquefois vingt-cinq, que cet artiste arrive à donner à son œuvre les couleurs de l'original. Il lui faut successivement plusieurs bleus, plusieurs rouges, plusieurs gris, etc., et ce qu'il produit, à force de tâtonnements et de comparaisons successives avec le sujet copié, la Photographie l'obtient pour ainsi dire d'un seul coup par le fait de trois impressions simultanées contenant dans leur ensemble les éléments, à peu près complets et exacts, de la coloration du modèle.

Souvent il nous arrive de faire usage des mots *à peu près*. C'est de notre part une preuve de bonne foi et de modération; notre enthousiasme relatif au parti que l'on peut tirer de ces méthodes n'en est pas moins grand, mais nous tenons à être vrai quand même et à demeurer toujours plutôt en dessous de la valeur des résultats obtenus qu'en dessus.

La reproduction des couleurs, quel que soit le moyen employé, qu'il soit direct comme celui de M. Lippmann, ou indirect comme ceux que nous allons décrire, est et sera toujours une œuvre essentiellement délicate et, par suite, exigeant les plus grands soins et l'habileté la plus exercée de la part des personnes qui s'y livreront.

Ainsi qu'on va le voir, dès le début de ces in-

dications, il y a à compter avec des difficultés sérieuses qu'on ne peut vaincre que par une étude approfondie de la question.

Quoi de plus subtil, de plus variable que la couleur, surtout quand il s'agit d'établir une concordance parfaite entre les sensations qu'elle nous procure et les effets physiques et chimiques qu'elle produit?

En résumé, nous avons pour objet de transformer la plaque photographique en une sorte de rétine que la lumière blanche ou colorée doit impressionner comme elle impressionne notre œil.

Or le problème, si compliqué dans tous les cas, même dans celui d'une seule image directe, comme celle de la photochromie interférentielle, impose une solution des plus complexes quand va s'accroissant le nombre des opérations concourant toutes à la formation d'une seule et même image.

En ne s'en tenant qu'à la trichromie, ce sont d'abord trois milieux sélecteurs qu'il faut choisir convenablement, puis ce sont trois négatifs à obtenir d'après l'original respectivement à travers ces milieux : de ces prototypes, il faut tirer trois monochromes, chacun d'une couleur différente, enfin les assembler par superposition.

Voilà bien des opérations dont le nombre devient encore plus grand si l'on vise, comme œuvre finale, la photogravure polychrome.

On conçoit donc combien il y a de distance entre la monochromie, n'impliquant que deux impressions, et la polychromie, où l'on est aux prises avec neuf à douze facteurs divers.

Notre but n'est donc pas d'effrayer et de détourner d'un art, aussi séduisant quand même, les personnes qui peuvent en faire l'objet, soit comme amateurs, soit comme industriels, d'une application artistique; mais il est bon, seulement, de les mettre en garde contre l'idée que c'est chose très facile et qu'il n'y a à en attendre que de l'agrément ou des profits.

Mieux vaut, avant de s'engager dans une voie, savoir où elle mène, et nous sommes certain que l'on nous dira maintes fois : *Ce n'est pas si difficile que ça!* Tant mieux, car c'est bien ce que nous souhaitons.

Nous allons commencer par la description pratique d'un procédé trichrome qui n'est celui de personne ou, mieux, qui est celui de tout le monde.

Chacune des personnes qui se sont occupées de ces procédés a fourni sa part contributive à une méthode, connue de la plupart, et qui ne diffère de celle de M. un Tel ou de M. un Tel autre que par des détails, variantes qui d'ailleurs seront indiquées quand elles nous paraîtront importantes.

La part que nous avons faite, dans le Chapitre III,

aux créateurs de la photographie des couleurs par sélection a été assez nettement déterminée pour que l'on mette à leur crédit ce qui leur appartient; c'est bien pour ne pas nous exposer au reproche de ne pas leur avoir rendu la justice qui leur est due que nous leur avons laissé la parole à eux-mêmes, que nous avons mis sous les yeux de nos lecteurs l'essence même de leur découverte et leurs arguments en faveur de leurs droits de priorité.

Quant au droit commercial qui naît des brevets, s'il se trouve, au cours de nos descriptions, certains faits protégés par ce privilège légal, nous ne manquerons pas de l'indiquer; nous croyons seulement que le principe, de même que la façon courante de l'appliquer, sont actuellement dans le domaine public, sans aucune restriction, et que, comme l'a dit Cros, ceux-là seuls auront désormais droit à une garantie qui produiront de tels perfectionnements qu'on pourra considérer comme leur étant absolument personnels.

Pour suivre un ordre méthodique il convient d'établir à l'avance notre programme :

Nous allons nous occuper, dans le Chapitre ci-après, d'une mise en œuvre de la méthode de trichromie photographique complète jusqu'à la production du positif en noir, ce qui comprend :

1° Le choix, la fabrication et l'emploi des milieux colorés sélecteurs.

2° Les plaques, les appareils spéciaux et le développement des négatifs.

3° Le tirage des monochromes sur verre et sur papier, mais sans faire intervenir les couleurs propres à la polychromie.

Les diverses façons de produire la synthèse des couleurs de l'original feront l'objet du Chapitre suivant.

COMBINAISONS DES TROIS RADIATIONS PRIMAIRES.

CHAPITRE VI.

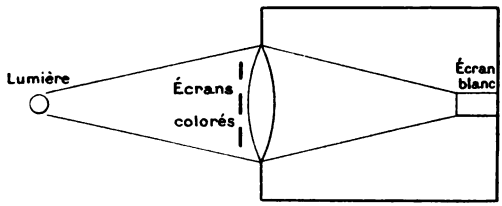
ÉCRANS COLORÉS, OU MILIEUX SÉLECTEURS PROPRES A L'ANALYSE DES COULEURS.

Il ressort de ce qui a été déjà expliqué dans le Chapitre I que le spectre de la lumière solaire peut être décomposé en trois de ses éléments qui conduisent, par leur combinaison, soit à la formation de la lumière blanche, soit à celle des autres couleurs spectrales : cet effet est facile à comprendre par l'examen de la planche I. Ces trois disques, dont l'un est vert, l'autre rouge et le troisième violet, sont le résultat de trois projections distinctes sur un écran blanc. Si on les tient séparés l'un de l'autre, on voit isolément les couleurs qui viennent d'être citées; mais, si on les fait converger l'un vers l'autre, de façon qu'ils empiètent les uns sur les autres, ainsi que le montre la planche I, il se produit un effet des plus intéressants et qui, d'ailleurs, est bien la clef de toute la théorie des écrans.

Aux points où la convergence amène la confu-

sion des trois disques colorés en une seule surface, soit au centre même des trois disques, apparaît une zone entièrement blanche; puis sur chacun des côtés de la partie blanche se trouve une couleur différente dont l'une est bleue, l'autre pourpre et la troisième jaune. Or, voici ce qui s'est passé :

Fig. 45.



lorsque le disque vert a empiété sur le disque violet, il s'est formé une combinaison binaire; le vert ayant absorbé le rouge du violet, il ne reste que le bleu. A la rencontre des disques orangé et vert, le vert ayant absorbé le rouge de l'orangé, il reste le jaune, et enfin dans la combinaison du violet et de l'orangé, le rouge absorbe le bleu et il reste le pourpre; les trois écrans nous ont donc, par la projection de leurs couleurs sur un écran blanc, permis de retrouver les couleurs complémentaires du spectre plus le blanc.

Le dispositif indiqué par la figure 45 conduit à un résultat semblable.

La condition essentielle à exiger des écrans sélecteurs, c'est qu'ils donnent le blanc lorsqu'ils

se combinent entre eux à leur état de saturation maxima; mais cela ne suffit pas encore : il faut qu'ils correspondent aux courbes des couleurs pures qui sont représentées dans le Chapitre I.

C'est-à-dire que le milieu rouge doit laisser passer les couleurs de la région du spectre qui va de A à E, mais dans les conditions de la courbe, soit en plein de A vers le milieu de CD et en décroissant jusqu'à la raie E, et absorber tout le reste.

L'écran vert doit laisser passer les radiations de C en augmentant jusque vers E et puis de E en décroissant jusque vers le milieu entre F et G, et absorber tout le reste; enfin l'écran violet laissera passer les radiations partant de E avec accroissement jusqu'à un point médian entre F et G et de ce point jusqu'à l'extrémité visible du spectre en H, les autres radiations étant absorbées.

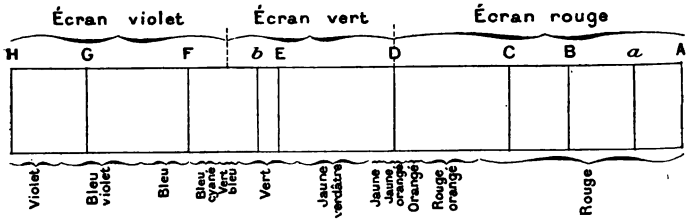
Pour l'intelligence complète de la fonction des trois écrans, nous reportons ici le dessin du spectre de diffraction qui a été introduit dans le Chapitre Ier. Les espaces, entre les raies fixes diverses, s'y trouvant répartis dans un rapport mieux proportionné aux longeurs d'onde correspondantes, les indications seront mieux comprises (*fig.* 46). Il est essentiel de se servir de cette base pour éviter l'emploi d'écrans par trop approximatifs, ne pouvant donner que des résultats erronés.

Reprenant nos indications d'après ce spectre,

nous dirons que l'écran rouge ne doit laisser passer que les radiations depuis A jusque vers D, comprenant le rouge, le rouge orangé, l'orangé, le jaune orangé.

L'écran vert ne doit laisser passer que les radiations depuis D jusqu'à $\frac{1}{2}$ entre F et E : jaune orangé,

Fig. 46.



jaune, jaune verdâtre et vert jaunâtre, vert, vert bleu.

Enfin l'écran violet ne doit laisser passer que les radiations depuis $\frac{1}{2}$ entre F et E jusqu'à A, soit vert bleu, bleu cyané, bleu, bleu violet et violet.

Quand on est arrivé à réaliser la sélection dans les conditions ci-dessus indiquées, on peut espérer un bon résultat.

Le spectroscope de poche (ou à main) peut servir au contrôle des écrans; malheureusement le spectre prismatique, ainsi que nous avons eu déjà occasion de le dire, donne une partie des radiations très étalées dans la région du violet, tandis que la partie du spectre comprenant le vert

jusqu'à l'extrême rouge est très resserrée ; c'est ce qui rend plus difficile le contrôle des écrans ; aussi avons-nous conseillé de faire l'essai des milieux sélecteurs non plus sur un spectre, mais sur une gamme colorée formée de couleurs artificielles.

Le cercle chromatique de Chevreul est bien ce qu'il faut en ce cas. Il est facile de faire l'essai, non plus en se bornant à voir quelles sont les radiations absorbées pour l'œil, mais en reproduisant photographiquement le cercle en question sur les plaques sensibles qui doivent servir à faire les épreuves et dont nous aurons à parler plus loin.

On aura de la sorte une comparaison logique entre des résultats dus à des couleurs comparées reproduites dans les mêmes conditions, c'est-à-dire éclairées par de la lumière blanche et réfléchissant une partie de cette lumière.

Il n'en est pas de même avec le spectre ; les couleurs prismatiques sont pures, c'est-à-dire exemptes de lumière blanche ; il faut donc, pour procéder logiquement et correctement, ne comparer l'effet des couleurs prismatiques qu'entre elles et, pour les couleurs composées de la nature, ne comparer leur reproduction sur des plaques photographiques qu'avec celle d'une gamme colorée contenant tout le rappel complet des couleurs prismatiques, y compris le pourpre, qui n'est pas dans le spectre à l'état isolé.

Si nous reprenons notre examen des milieux

colorés par rapport à l'effet obtenu d'après le cercle chromatique, nous devons obtenir, à travers le mileu rouge, toutes les teintes partant du rouge et finissant au jaune, cette dernière couleur y comprise, soit 24 des teintes du cercle comprenant tout le rouge, tout le rouge orangé, tout l'orangé et tout l'orange jaune, à l'exclusion des autres couleurs.

L'écran vert devra nous donner le jaune, le jaune vert, le vert et le vert bleu et le bleu vert, soit en tout 24 teintes du cercle à l'exclusion des autres.

L'écran violet nous donnera le bleu, bleu violet, violet et violet rouge, du bleu au rouge exclusivement, soit encore 24 teintes.

Chacune des reproductions porte la trace plus ou moins accentuée de 24 teintes. L'ensemble constituera le cercle tout entier, qui est formé de 72 teintes.

En parlant du cercle chromatique de Chevreul, nous l'avons supposé formé de 72 teintes dont chacune est régulière, au lieu d'être dégradée sous forme de gamme continue dans chacune des teintes, ce qui compliquerait trop l'exécution de ce test.

Nous rappellerons que, la lumière ayant une action destructive des couleurs, le test de contrôle ne doit être exposé à son action qu'au moment d'en user, puis être enfermé de nouveau dans un endroit obscur.

Il serait même prudent d'avoir quelques exemplaires de ce cercle des couleurs pour pouvoir, si besoin était, remplacer celui qui aurait subi une altération de nature à vicier les résultats.

L'exclusion absolue des parties qui, théoriquement, devraient ne pas venir sur la plaque sensible n'est guère possible dans la pratique, parce que toute la surface du disque éclairée par de la lumière blanche en réfléchit une quantité assez considérable.

Si l'on regarde avec un spectroscope une surface rouge bien éclairée, on remarque que toute la région du spectre du jaune ou violet est bien moins brillante que la partie des rouges et jaunes, mais on la voit tout entière.

C'est une question de différence, bien entendu, mais il faut compter avec cet effet d'où résulte, à côté de l'action locale produite plus spécialement par les radiations réfléchies, une action générale provenant de la réflexion, par la surface entière de l'objet produit, d'une somme de lumière blanche assez importante ; avec la comparaison prismatique on n'a pas à constater ce fait, et c'est pourquoi nous recommandons de ne pas y recourir en dehors des observations d'ordre purement scientifique.

A l'aide d'un précieux instrument de contrôle, le chromoscope, on arrive à démontrer rapidement que, si l'on a trois épreuves donnant chacune le

tiers du cercle chromatique dans les conditions de la reproduction normale, on reconstitue le cercle tout entier en faisant coïncider les trois cercles dans leurs parties correspondantes.

Nous ne citons ici l'utilisation du chromoscope dans cette voie que pour y revenir quand nous nous occuperons de cet instrument.

Pour préparer soi-même les écrans, il est indispensable de faire usage des données qui viennent d'être indiquées, comme aussi elles sont utiles à connaître pour les écrans sélecteurs qu'on peut acheter tout préparés.

Suivant la place que doivent occuper les écrans, leur préparation, ou mieux leur nature peut différer ; ainsi, des écrans que l'on place tout près de la plaque sensible n'ont pas besoin d'avoir la planité parfaite indispensable aux écrans dont on fait usage en avant, en arrière ou bien encore à l'intérieur de l'objectif.

De même, les dimensions de ces écrans varient en surface et en épaisseur, suivant les cas.

Ceux que l'on place tout près de la plaque sensible doivent avoir la dimension de cette dernière, tandis que ceux qui sont placés devant et derrière l'objectif peuvent être bien plus petits, leur surface peut être réduite à celle qui est nécessaire pour intercepter toute lumière blanche directe.

La fente du diaphragme étant très mince, on ne peut y introduire que des écrans pelliculaires

emprisonnés dans un double diaphragme en carte noire.

Il existe encore une sorte de milieux sélecteurs qui n'est guère utilisable que dans l'atelier : ce sont ceux qu'on obtient avec des liquides colorés enfermés dans des cuves *ad hoc* disposées en avant

Fig. 47.

de l'objectif. Avec ces cuves, qui permettent de faire usage d'un milieu coloré d'une certaine épaisseur, on règle mieux les écrans pour les radiations qu'ils doivent absorber ; on est le maître d'en faire varier la composition, la densité, l'épaisseur, et l'on arrive même, avec des auxiliaires de cette sorte, à réaliser la sélection se rapprochant le plus près des indications théoriques.

Plusieurs opticiens fabriquent des cuves propres à cet usage.

Pour les écrans plans solides on peut recommander ceux de M. Sanger Shepherd, qui sont parfaitement exécutés, livrés enfermés dans un

Fig. 48.

écrin (*fig.* 47) où l'on peut les conserver à l'abri de la lumière et de toute autre cause d'altération. Au moment de s'en servir on les place dans de petits châssis *ad hoc* qui sont eux-mêmes entreposés dans une boîte à coulisses où la lumière ne peut guère pénétrer (*fig.* 48).

Un porte-objectif spécial, muni de la rainure voulue, est placé en avant de la chambre noire, et chaque écran est tour à tour introduit dans la rainure en arrière de l'objectif. Ce dispositif est

Fig. 49.

très bien compris, mais il est surtout utilisable dans l'atelier (*fig.* 49).

Pour travailler à l'extérieur, les pellicules qu'on introduit à la place même du diaphragme et les plaques posées en avant de la plaque sensible sont ce qui convient le mieux. Chaque châssis peut porter son écran, à moins qu'on ne se serve d'appareils spéciaux, dont nous parlerons, lesquels portent leurs écrans à des places fixes.

La préparation des diverses sortes d'écrans colorés dont il vient d'être question est très facile.

Il faut, tout d'abord, se procurer les matières colorantes nécessaires. Ce sont :

Pour l'écran violet, du *violet de Paris* et du *bleu méthylène*.

Les proportions pour 100$^{cm^3}$ d'eau distillée sont 2^g de chacune de ces couleurs.

Pour l'écran vert : du *vert sulfo-conjugué* et du *jaune de naphtol*, 2^g de chacune de ces couleurs pour 100$^{cm^3}$ d'eau distillée.

Pour l'écran rouge, du *rouge ponceau* 2^g,5 et du jaune de naphtol 0^g,50 pour 100^g d'eau distillée (1).

Ces solutions d'une composition approximative sont soigneusement filtrées avec des filtres spéciaux à chacune des couleurs, dans une cuvette bien propre, avant de s'en servir.

Les plaques à teindre sont choisies parmi des plaques sensibles au gélatino-bromure dont le verre, d'aussi bonne qualité que possible, soit exempt de bulles, d'éraillures, etc., et dont la couche elle-même soit sans la moindre tache et de plus présente une épaisseur très régulière.

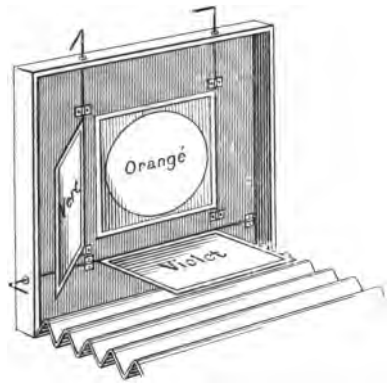
On vérifie cette régularité au moment du bain d'hyposulfite de soude dans lequel on débromure

---

(1) Dans la description du procédé Lumière (p. 201) on trouvera d'autres formules d'écrans colorés.

les plaques pour ne conserver à leur surface que la gélatine seule. Il faut rejeter celles des plaques dont le *débromurage* s'opère irrégulièrement par suite d'une épaisseur d'émulsion plus grande sur une partie de la plaque que sur une autre.

Fig. 50.



La couche colorée se trouverait naturellement plus dense dans ces parties, et le résultat à la chambre noire en souffrirait forcément.

Les plaques débromurées dans un bain neuf, bien filtré, d'hyposulfite de soude à 15 pour 100 sont lavées à eau courante pour enlever toutes traces du sel fixateur, puis mises à sécher sur un chevalet bien propre et dans un milieu aussi exempt de poussière que possible.

Après dessiccation complète on procède à la teinture des plaques en les introduisant dans les solu-

tions ci-dessus, où on les laisse de 3 à 5 minutes.

On les extrait des cuvettes en relevant le bord de chaque plaque avec une pointe de métal bien propre et on les pose à égoutter, jusqu'à dessiccation complète, sur un chevalet toujours à l'abri de la poussière.

Les dos sont ensuite essuyés avec un linge humide, et l'on peut se servir des écrans ainsi préparés; mais il est préférable de les doubler avec un verre mince d'un $\frac{1}{2}$ millimètre appliqué bien propre contre la couche colorée et maintenu sur les bords par des bandes de papier gommé.

De cette façon l'écran est bien protégé contre les éraillures et poussières, et l'on peut, sans crainte, en nettoyer, au moment de l'usage, les surfaces extérieures.

Il convient de faire choix, pour ces écrans, de plaques sensibles déjà minces pour que l'ensemble ne donne pas trop d'épaisseur.

On pourrait, pour des châssis dont les rainures n'offriraient pas une largeur suffisante pour des écrans en verre en plus de la plaque sensible, se servir de plaques dites *vitroses,* sortes de pellicules émulsionnées que l'on traiterait absolument comme les plaques.

Ces pellicules, doublées d'un verre mince pour présenter plus de planité et pour protéger la couche colorée, ne donneront comme épaisseur totale que 7^{mm} environ, ce qui permettra toujours

de les introduire dans n'importe quel châssis en avant des plaques sensibles.

Ces mêmes vitroses, si elles sont suffisamment limpides, pourraient servir à faire les écrans diaphragmes; mais, pour peu qu'elles aient un aspect même très légèrement trouble, mieux vaut préparer ces écrans sur une pellicule de collodion normal à 2,5 pour 100; voici comment on opère :

Sur une lame de verre bien plane et préalablement talquée et bien époussetée, on étend une couche de collodion normal, on borde avec du papier gommé et, quand le collodion est absolument sec, on met la plaque bien horizontalement avec un niveau sur un support à vis calantes, et l'on verse à sa surface une solution tiède de gélatine bien filtrée (à 20 pour 100), que l'on étend de façon à former une couche bien régulière d'un bon millimètre d'épaisseur; on peut, au lieu de teindre ultérieurement la couche, introduire la teinture, dans le rapport voulu, au sein même de la solution de gélatine; après dessiccation complète, on collodionne de nouveau, mais sur la gélatine même, et quand ce collodion est complètement sec, il n'y a plus qu'à inciser les bords de la plaque et à enlever la pellicule colorée: elle est formée d'une couche régulière de gélatine colorée enfermée entre deux pellicules de collodion de même épaisseur; on a de la sorte des écrans très limpides et conservant une planité parfaite.

Il faut les maintenir toujours à l'état plan entre deux verres bien dressés.

Pour l'usage extérieur, les voyages, etc., ces sortes d'écrans sont encore ce qu'il y a de plus léger et de plus commode.

On peut en avoir toujours une petite série de rechange pour les cas d'accident.

Si l'on a besoin d'une densité supérieure à celle qui sert normalement, on met l'un sur l'autre deux écrans au lieu d'un seul, ce qui ne présente aucune difficulté, vu la faible épaisseur de ces écrans, et l'on peut avoir ainsi une coloration double et même triple, si besoin est.

Si l'on se sert de vitrose teinte, on peut, dans le cas où l'on en ferait des écrans diaphragmes, collodionner la surface de la gélatine pour avoir plus de dureté et éviter les éraillures.

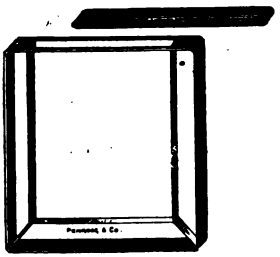
Les mêmes solutions, plus ou moins étendues d'eau, dans le rapport voulu pour réaliser la sélection convenable, peuvent servir dans les cuves (*fig.* 51 à 57).

Un point important est d'opérer avec des cuves absolument parallèles. Les cuves doivent être fabriquées avec des glaces bien travaillées, à surfaces bien planes.

La figure 51 représente le modèle de cuve le plus répandu; elle se compose de deux joues collées sur un cadre à trois côtés, monté en onglets. Quand la cuve est remplie, on la couvre de la

lame de verre indiquée sur la figure ; il suffit simplement de mouiller cette lame et de la glisser

Fig. 51.



sur l'ouverture, où elle adhère parfaitement. Cette cuve se place à l'arrière de l'objectif, dans une

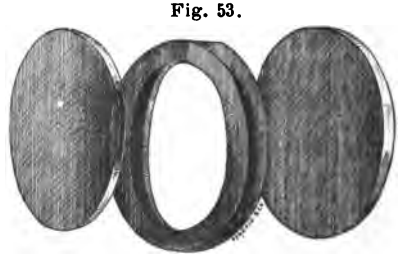
Fig. 52.

boîte porte-écran (*fig.* 52) qui est fixée sur l'avant de la chambre.

En commandant ces cuves, il est de toute nécessité d'indiquer au fabricant les liquides qu'elles doivent contenir, pour qu'il choisisse une colle résistant à ces liquides : ainsi, pour des écrans colorés dans une solution à base alcoolique, il faut coller les cuves soit à la gélatine, soit à toute autre matière insoluble à l'alcool ; si, au contraire, on travaille avec des solutions acqueuses, les cuves doivent être collées au baume du Canada. Mais il est impossible de les coller de manière qu'elles résistent à tous les dissolvants des matières colorantes employées pour confectionner les écrans.

La figure 53 représente la cuve circulaire ; elle a l'avantage de pouvoir être facilement nettoyée,

Fig. 53.



puisqu'elle est démontable. Cette cuve consiste en deux disques plans parallèles ; l'intérieur est un cercle en glace dans lequel est réservée une ouverture pour l'introduction du liquide. Pour monter cette cuve, on enduit le cercle de verre

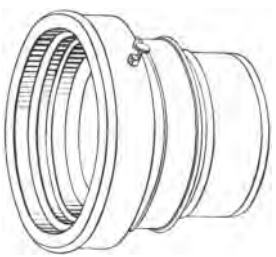
d'une couche mince de vaseline et l'on applique les disques formant les joues (*fig.* 54); cela suffit pour avoir une étanchéité complète pour les solu-

Fig. 54.

tions à l'eau. L'introduction du liquide se fait au moyen d'une pipette, après quoi l'ouverture est fermée par un bouchon de verre.

Ces cuves peuvent être placées derrière l'objectif, dans une boîte porte-écran ; néanmoins, les cuves

Fig. 55.



circulaires sont surtout faites pour être placées à l'avant de l'instrument, dans une monture en cuivre qui s'adapte sur l'objectif.

Le rêve, pour les fabricants, était d'offrir au photographe une cuve plane, parallèle, démontable, pouvant se placer à l'avant ou à l'arrière de l'objectif, et étanche à tous les dissolvants des matières colorantes employées pour la confection des écrans.

C'est à quoi est arrivée la maison Penrose, qui vient de mettre sur le marché une nouvelle cuve brevetée, la *cuve desideratum*. Cette dernière se compose de cinq pièces principales, comme le montrent les figures 56 et 57. La pièce n° 5, en cuivre forgé

Fig. 56.

N° 5 N° 4 N° 3 N° 2 N° 1

Cuve *desideratum*.

dur, avec ouverture circulaire, porte quatre colonnettes en métal de hauteur identique; la pièce n° 1, de même forme que la pièce n° 5, vient se fixer sur cette dernière au moyen de tiges se vissant dans les colonnettes; c'est-à-dire que, si l'on visse à fond le n° 1 sur le n° 5, la distance entre les

deux plaques de métal est absolument égale en tous ses points, puisque cette distance est donnée par les colonnettes. Cette monture est une pièce de haute précision.

Pour former la cuve, prendre en main la pièce n° 5, faire entrer dans les colonnettes la pièce n° 4, qui est une des glaces planes formant la cuve ; la pièce n° 3, qui est en caoutchouc souple, est ensuite posée sur le n° 4; puis le n° 2, qui est l'autre joue de la cuve, et, en dernier lieu, le n° 1. Puis le tout est vissé à bloc; c'est ce vissage qui

Fig. 57.

donnera juste la pression nécessaire à l'étanchéité. Il est indispensable de bien visser à fond pour assurer le parallélisme. On comprendra l'importance d'une cuve d'une telle simplicité de démontage et d'une précision aussi absolue, car le parallélisme dépend entièrement des quatre colonnettes.

L'introduction du liquide se fait par l'ouverture réservée dans la pièce de caoutchouc; ensuite on bouche.

Nous n'avons pas parlé d'écrans obtenus avec des verres émaillés du commerce; on pourrait, parmi ces verres, en trouver qui fussent dans les conditions voulues, mais le choix à faire est assez difficile, et mieux vaut avoir la possibilité de préparer ces écrans, en les dosant à son gré, ce qui n'est pas possible avec des verres émaillés qu'il faut rencontrer par hasard colorés au degré voulu en quantité, qualité et régularité.

Plaques sensibles. — Les meilleures sortes de plaques sensibles à employer sont celle dites *panchromatiques*, c'est-à-dire sensibles à toutes les couleurs du spectre. Elles présentent l'avantage de n'obliger à compter qu'avec une seule et même sorte de plaques.

Pourtant on peut faire usage de plaques de divers sortes, par exemple la plaque plus spécialement sensible soit au jaune, soit au rouge, soit au bleu.

Peu de maisons fabriquent des plaques panchromatiques, et il peut être parfois difficile d'avoir de ces dernières plaques.

On pourrait même admettre que des plaques d'une sensibilité spéciale valent mieux; c'est l'opinion de personnes fort autorisées.

Pour notre part, nous croyons être arrivé à réaliser des résultats à peu près semblables dans les deux cas.

La sensibilité au vert est généralement celle qui est la moins caractérisée. Il faudra donc tenir compte de cette lacune et agir en conséquence.

La durée de la pose devra être réglée de façon à ne pas abuser de la latitude que l'on a lorsque l'on exécute la photographie courante. Dans le cas des couleurs, on ne saurait trop rechercher l'exactitude de la pose : ni trop, ni trop peu, et cela se conçoit aisément; si l'on extrapose, ou si la pose est insuffisante, il y aura forcément une des couleurs qui ne sera pas dans le rapport voulu.

Avec les appareils à une seule plaque pour les trois épreuves, le développement se fait d'un seul coup ; il faut donc régler la pose soit par des diaphragmes intérieurs, soit par des écrans d'une densité appropriée de façon à obtenir la pose convenable pour chaque écran. Il en est, d'ailleurs, de même avec les appareils à un seul objectif et trois châssis séparés. Le mieux est, dans le dernier cas, d'effectuer le développement simultanément dans le même révélateur, sinon dans la même cuvette, et d'employer toujours des révélateurs assez lents pour pouvoir bien suivre et diriger la venue des images.

C'est là, comme d'ailleurs dans toute la photographie négative, même monochrome, une des parties les plus délicates des opérations, puisque tout dépend de la qualité des négatifs.

Dans certains appareils multiples il arrive que, sur les trois négatifs, il en est un qui est dans un sens contraire à celui des deux autres.

En ce cas, si l'on a besoin, pour certains travaux, d'avoir les trois monochromes dans le même sens, il faut retourner celui qui n'est pas dans le sens voulu et se servir, pour ce redressement, d'une méthode assez facile, employée pour l'exécution des contretypes par contact.

Voici en quelques mots l'opération à faire :

On sensibilise au bichromate de potasse à 6 pour 100 des plaques au gélatino-bromure dont on n'a plus à se servir pour des clichés directs, soit parce qu'elles sont trop vieilles, soit parce qu'elles ont vu le jour.

On laisse 5 minutes dans le bain sensibilisateur, puis on met à sécher sur un égouttoir dans l'obscurité.

Quand les plaques sont sèches, on peut les utiliser tout comme on le fait avec du papier au chlorure d'argent ou des plaques à projection qu'on imprime par contact dans le châssis-presse. Le cliché à retourner est posé contre la plaque bichromatée, couche contre couche, puis on expose à la lumière soit diffuse, soit directe.

En ouvrant un des volets du châssis-presse, on voit très bien tous les détails de l'image, et l'on n'arrête l'insolation que lorsqu'il sont venus complètement dans les grands blancs.

Cela fait, on sort la paque du châssis, on la lave à eau courante pendant 10 minutes environ, puis, sans sortir du cabinet noir, on la met dans une cuvette en gutta à fond noir, ou bien dans un châssis, le côté opposé à la couche en haut, et on l'expose ainsi pendant quelques secondes à la lumière diffuse.

Cinq secondes suffisent.

On retourne alors dans le cabinet noir et l'on développe l'image dans un vieux bain d'hydroquinone.

Autant que possible, mieux vaut faire usage d'un révélateur exempt de sulfite de soude, ce sel dissolvant l'oxyde de chrome.

Le développement suit son cours : au bout de 8 à 10 minutes, les vigueurs sont assez accentuées, on fixe comme d'habitude dans de l'hyposulfite qui dissout les parties de bromure d'argent non réduites. On lave bien et l'on a un négatif redressé, c'est-à-dire dans le même sens que les autres.

Quand l'opération est menée avec soin, ce négatif est tout aussi bon que le prototype.

Grâce à ce moyen, le redressement du négatif ne nécessite qu'une seule opération, assez sûre pour peu qu'on s'y soit tant soit peu exercé.

Comme complément de ce qui a été dit un peu plus haut, nous ajouterons que l'œuvre du redressement correct est rendue facile par le fait même de la qualité des clichés qui doivent être la contre-

valeur aussi exacte que possible de l'intensité des actions lumineuses.

Théoriquement ils devraient, chacun séparément, ne reproduire que la série des couleurs indiquées à l'exclusion des autres; il faut presque pousser à la dureté dans ce sens, afin d'éviter l'immixtion des couleurs les unes dans les autres, ce qui ne peut tendre qu'à griser ou à salir les images.

Il y a donc lieu, avant tout, de s'exercer à reproduire une des gammes colorées adoptées.

Les principales couleurs du spectre doivent s'y trouver représentées; nous les indiquons à nouveau, soit les *rouge, rouge orangé, orangé, jaune orangé, jaune, jaune vert, vert, bleu vert, bleu, bleu violet, violet, rouge violet.* Chacune des couleurs est divisée en 7 tons, ce qui donne 84 tons différents.

Cette subdivision est très suffisante pour conduire à l'appréciation des écrans colorés sélecteurs et pour permettre la comparaison entre eux des divers écrans essayés; on devra réaliser, sur chacune des plaques, un tiers environ du spectre, par exemple avoir, avec l'écran rouge, les *rouge, rouge orangé, orangé* et *jaune orangé,* avec l'écran vert les *jaune, jaune vert, vert* et *bleu vert,* et avec l'écran violet les *bleu, bleu violet, violet* et *rouge violet.*

Il y aura à tenir compte, dans tous les cas, de l'immixtion dans les couleurs voisines.

Par exemple, l'écran vert pourra empiéter un peu sur le jaune orangé, de même que l'écran bleu empiétera légèrement sur le bleu vert.

Grâce à une série chromatique bien exécutée, il sera aisé de tenir compte du degré de ces empiétements et d'en faire la part, au point de vue du résultat final.

De tout ce qui précède il résulte que le révélateur à employer devra donner plutôt des clichés durs que des négatifs trop doux. L'idéal étant d'en arriver, pour chaque cliché, à la sélection des couleurs voulues à l'exclusion de celles qui ne doivent pas être reproduites.

Appareils ordinaires et spéciaux. — Munis d'écrans sélecteurs convenables, de plaques sensibles aux diverses couleurs et sachant les développer dans les conditions requises, il nous reste à savoir quels sont les meilleurs appareils (chambres noires) à employer.

Évidemment, ils sont de diverses sortes, suivant qu'on travaille à l'intérieur ou au dehors et qu'on reproduit des sujets animés ou inertes.

Pour les travaux exécutés dans l'atelier sur des objets inertes : reproductions de tableaux, de natures mortes, etc., un appareil quelconque peut suffire, avec trois poses successives et en modifiant seulement, pour chacune des poses, l'écran sélecteur et la durée de l'action. Cette durée doit

être établie par quelques essais comparatifs; elle est à peu près de 1 pour l'écran violet, de 6 à 7 pour l'écran vert et de 10 à 12 pour l'écran rouge.

Nous prenons pour unité la pose avec l'écran violet, parce que c'est celui qui exige la moindre durée; il va sans dire que ce ne sont là que des rapports, toutes choses égales d'ailleurs.

Pour donner un exemple nous avons, en opérant sur nature et en plein soleil, posé : instantanément pour l'écran violet environ $\frac{1}{20}$ de seconde, 2 secondes pour l'écran vert et 3 pour le rouge.

Pour un portrait dans un atelier, avec un bel éclairage moyen, nous avons posé 1 seconde pour le violet, 10 pour le vert et 15 pour le rouge.

Ce ne sont là que des indications approximatives pouvant servir de bases aux essais entrepris pour la recherche des durées afférentes à l'emploi de chaque écran. Ce rapport, déterminé soigneusement, devra être inscrit sur un coin de l'écran pour ne pas être oublié.

Il va sans dire qu'en employant un appareil ordinaire on devra veiller à ce qu'il soit solidement fixé sur un pied bien stable, pour ne pas courir le risque de rien déplacer des positions respectives de l'appareil et du sujet à copier, lors des poses successives.

Les trois négatifs doivent être de dimensions

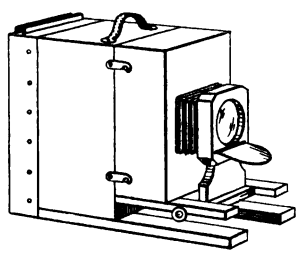
absolument identiques pour pouvoir repérer, et le moindre mouvement, ayant pour conséquence une modification des dimensions, doit être évité.

Si l'on a à travailler au dehors, un appareil ordinaire peut également servir, à la condition d'être assez stable pour résister à l'ébranlement causé par le vent. Mieux vaut pourtant un appareil à une seule pose pour trois plaques séparées, ou pour une seule plaque recevant les trois images.

Ces derniers appareils valent mieux quand ils ont reçu toutes les corrections nécessaires; nous parlons des corrections requises par les déviations résultant de l'emploi des miroirs réflecteurs, par suite des effets de réfraction et de dispersion indiqués dans l'introduction.

Les figures 58 et 59 montrent l'aspect extérieur

Fig. 58.

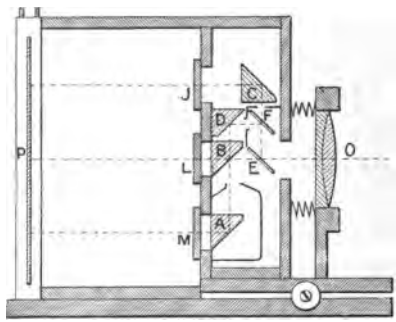


et le dispositif intérieur d'une chambre de M. Ives à un seul objectif, donnant sur une même plaque

et sur une même ligne trois épreuves simultanées.

L'image réfléchie va de l'objectif O *directement* au centre de la plaque sensible, après avoir traversé le miroir transparent E, le prisme B et l'écran coloré L. De plus, le miroir E réfléchit une

Fig. 59.



Dispositif intérieur de la chambre noire à trois images simultanées sur une même plaque.

deuxième image vers un autre miroir F transparent, d'où elle va sur un prisme C qui la renvoie sur une autre partie de la plaque sensible, et enfin cette même image, réfléchie par le miroir F, vient frapper une surface D qui la renvoie jusqu'en A, d'où elle est réfléchie sur la plaque.

Les trois images ainsi obtenues ont les mêmes dimensions; la pose étant unique, on règle les différences de pose par des diaphragmes différents, ou bien par l'intensité relative des écrans colorés.

Cet appareil étant forcément d'un coût assez élevé à cause de la complication intérieure, M. Ives l'a simplifié par l'adjonction, à une chambre noire ordinaire, d'un châssis multiplicateur que l'on pousse successivement aux diverses places qu'il doit occuper; mais, dans ce cas, les poses sont successives au lieu d'être simultanées et l'on ne peut user de ce système que pour des sujets immobiles.

M. C. Nachet a fait établir plusieurs modèles de chambres noires à trois châssis pour un seul objectif. Naturellement, en ce cas, les plaques sont au nombre de trois, et, la pose étant unique, il y a lieu de régler l'action de la lumière sur chacune des plaques par le degré d'intensité des écrans.

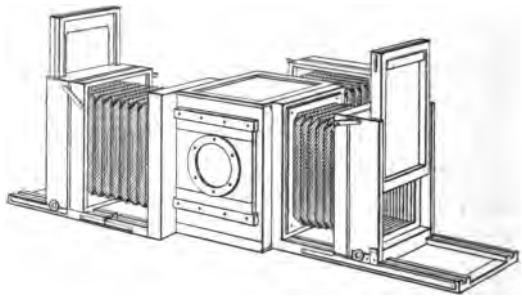
On y arrive par un tâtonnement ne présentant pas de sérieuses difficultés. Il faut d'abord régler la durée de la pose pour l'écran rouge seul. Cette durée étant la plus longue, il n'y a plus qu'à se baser sur elle pour égaliser les deux autres.

On essaiera l'écran vert, en posant d'abord le même temps que pour l'écran rouge; si l'on constate une différence appréciable, on aura à forcer un peu cet écran en augmentant son intensité, puis on réglera l'écran violet, dont l'intensité devra être au moins doublée par rapport à celle qu'elle a dans les opérations directes. Cette recherche des intensités n'est pas difficile, nous le

répétons. Il convient de la faire avec le plus grand soin pour ne pas y revenir.

Le dessin ci-joint (*fig.* 60) représente un appareil absolument semblable à celui de M. Nachet;

Fig. 60.



nous le trouvons reproduit dans l'Ouvrage de M. Alexander-A.-K. Tallent.

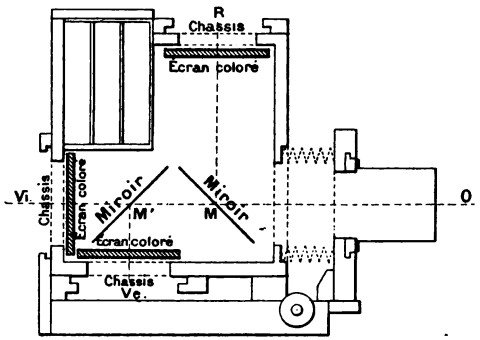
De l'objectif, l'image atteint le réflecteur transparent M (*fig.* 61), une partie des rayons réfléchis sont renvoyés vers la plaque R; continuant leur chemin à travers le réflecteur M, les radiations atteignent le réflecteur M′, qui en réfléchit une partie sur la plaque V_e, et enfin ce qui reste des rayons réfléchis va directement à la plaque V_i.

Les écrans sont posés à demeure dans l'intérieur de la chambre noire et en avant de chaque châssis.

Il y a quelques difficultés à vaincre avec cet appareil pour éviter les différences dans les dimen-

sions respectives des trois épreuves. D'une façon générale, quelle que soit la disposition des miroirs, il y aura toujours une étude très délicate à faire pour arriver à la correction complète des déviations dues aux miroirs. Toutefois, pour la

Fig. 61.

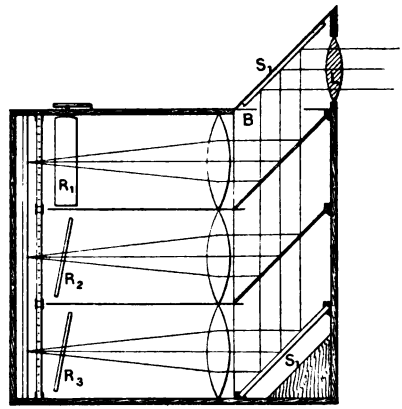


reproduction polychrome des sujets colorés, surtout animés, il est impossible d'éviter l'emploi d'un appareil à poses simultanées. M. Nachet en a créé un modèle pour épreuves stéréoscopiques à deux épreuves simultanées, celles du vert et du rouge, puis à une troisième épreuve succédant immédiatement aux deux autres et dont la pose est excessivement courte, celle du bleu.

Il semble si difficile de réaliser avec trois plaques un repérage parfait des trois épreuves, qu'il est préférable de s'en tenir à la chambre noire à un seul objectif donnant les trois images

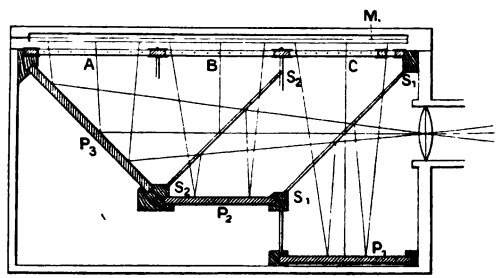
sur une seule et même plaque (*fig.* 62 et 63). L'exa-

Fig. 62.



men de ces deux dispositifs indique la marche des radiations. Au point de vue de la sélection

Fig. 63.



négative soit des écrans colorés, soit des plaques sensibles, des développements et des appareils

de reproduction, rien de plus n'est à dire; il nous reste donc à nous occuper, sachant produire les négatifs, de la synthèse positive.

Pour avoir les trois épreuves positives en noir simplement à l'état d'épreuves transparentes, il n'y a qu'à faire les mêmes opérations que nécessite le tirage des épreuves à la lanterne.

Mais, si l'on veut tout de suite aller à la couleur par l'impression de monochromes successifs ayant chacun la couleur voulue, on peut procéder de diverses façons, ainsi qu'il va être dit plus loin.

CHAPITRE VII.

MOYENS DE SYNTHÈSE OPTIQUE.

Il est, avant tous autres, un moyen de synthèse optique ne nécessitant pas d'autres épreuves que celles tirées en noir, simplement, d'après les clichés originaux.

C'est la synthèse que nous appellerons *chromoscopique*. Si l'on veut bien se reporter aux descriptions qui ont été données, dans le Chapitre III, des méthodes de Ducos du Hauron et de Ch. Cros, on y trouvera, sommairement indiquée, l'idée de cette synthèse.

Pour la réaliser, il faut d'abord avoir un appareil spécial désigné sous le nom de *photochromoscope* ou, d'une façon plus brève, de *chromoscope,* ce qui veut dire *appareil propre à voir en couleurs.*

De même qu'il existe divers dispositifs de chambres noires à triple effet applicables à la photographie trichrome simultanée, il y a également des chromoscopes de divers modèles conduisant

tous au même résultat, lequel consiste dans la superposition optique des trois images pour n'en former qu'une seule.

Ces appareils sont tous munis de miroirs réflecteurs ou de prismes disposés de telle sorte que l'œil, placé à un oculaire, ne voit qu'une image. Chacun des monochromes noirs est éclairé à travers un écran de la couleur correspondante, celui du rouge avec un écran rouge, celui du vert avec un écran vert et celui du violet avec un écran violet.

Ces écrans sont les mêmes que ceux qui ont servi à produire les négatifs, ou tout au moins ils leur sont semblables.

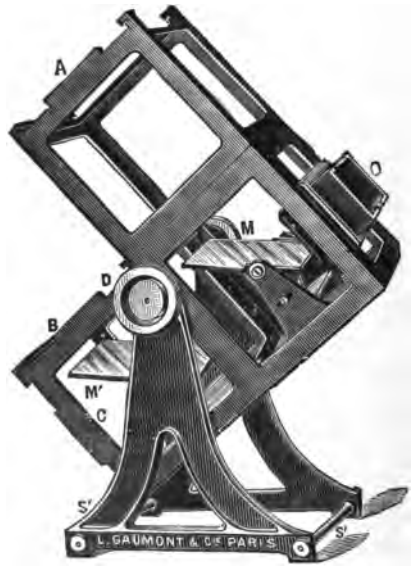
La figure 64 donne une idée du dispositif le plus usuel ; c'est celui du chromoscope Nachet à vue simple et du format 9×12.

L'œil est placé en O. Le rayon direct pénétrant dans l'appareil traverse les deux miroirs M, M', qui sont doués de deux propriétés ; ils sont à la fois réfléchissants et transparents. L'œil voit donc directement à travers ces deux miroirs l'image C, soit le monochrome du vert éclairé par un écran vert, mais en même temps il voit les deux autres images placées sur deux plans étagés au-dessus de la ligne axiale OC.

Le premier miroir M, incliné à 45° sur le plan horizontal de l'appareil, transmet à l'œil l'image A, soit celle du monochrome du rouge éclairé à tra-

vers un écran rouge, puis le moiroir M′, incliné comme M, réfléchit aussi vers l'œil l'image B, celle du monochrome du violet éclairé par un écran violet; cette réflexion traverse le miroir

Fig. 64.



transparent M et vient se confondre sur la rétine avec les deux autres, de sorte que l'on ne voit qu'un seule image, mais avec ses couleurs, couleurs très exactes si la sélection négative a été bonne et si les monochromes positifs ont été tirés à leur vraie valeur.

Les miroirs transparents peuvent être soit en verre bien plan recouvert d'une mince couche de platine, soit en verre de couleur. En ce cas, le premier miroir, M, est bleu et le deuxième, M′, est vert. Les deux surfaces antérieures, on le conçoit, ne réfléchissent que l'image placée perpendiculairement à l'axe passant par leur centre. Le monochrome rouge n'est donc pas influencé par la couleur bleue du miroir M; quant au deuxième monochrome, c'est celui du violet placé au deuxième échelon. Sa réflexion arrive à l'œil à travers le miroir bleu, ce qui ne modifie guère sa tonalité; enfin, le rayon direct, traversant les deux miroirs bleu et vert, arrive coloré en bleu vert au troisième monochrome, qui est celui du vert; les deux colorations fusionnent.

Ce dispositif a pour effet d'être moins délicat, moins susceptible de se détériorer que des miroirs platinés; mais, avec ces derniers, on arriverait peut-être à une synthèse plus complète.

Le chromoscope Nachet, cela va sans dire, peut être construit de façon à recevoir trois images doubles stéréoscopiques; en ce cas, il n'y a qu'à en modifier les dimensions en prenant pour base la dimension de la plaque portant les deux images.

M. Gaumont, qui a construit avec beaucoup de soin le chromoscope Nachet, a compris toute la délicatesse de cet instrument; aussi a-t-il pris la

sage précaution de l'établir solidement au sein d'un bâti de fonte de fer où sont disposés et réglés, bien à leur place et dans l'inclinaison voulue, les deux miroirs réflecteurs. Puis il enveloppe le tout

Fig. 65.

d'une chemise en bois n'ayant aucune ouverture permettant de toucher à l'intérieur de l'appareil (*fig.* 65).

Grâce à cette précaution, le réglage ne peut jamais être dérangé.

Le repérage des trois monochromes s'opère en dehors du chromoscope, sur une sorte de banc

portant des rainures identiques à celles qui reçoivent les monochromes sur l'appareil.

Des lames de verre dont les côtés sont bien à l'équerre sont introduites dans la rainure de ce banc ; une première épreuve est placée au milieu d'une de ces lames, qui est ensuite mise dans la rainure ; on pose par-dessus, portant bien contre la rainure, une deuxième lame et sur elle le monochrome, que l'on juxtapose sur la première bien exactement à l'aide d'une loupe placée à l'extrémité d'un tube de cuivre ; on arrive ainsi à une juxtaposition parfaite. On en fait de même pour la troisième épreuve, toujours juxtaposée avec le plus grand soin sur la première. Il va sans dire qu'on a mis le côté de la couche par-dessous au contact du verre, et qu'on a fixé chaque épreuve avec des bouts de papier gommé à la place exacte qu'elle doit occuper. Tout le cadre restant libre autour des épreuves est bordé de papier noir pour que l'accès de toute lumière blanche soit évité.

Quand le travail qui vient d'être résumé a été bien fait, il suffit de placer les trois plaques portant les épreuves dans leurs trois rainures respectives, pour avoir immédiatement un repérage parfait.

S'il y avait à y retoucher, mieux vaudrait ne pas s'occuper de faire mouvoir les miroirs sur leurs axes de rotation ; on se bornerait à déplacer

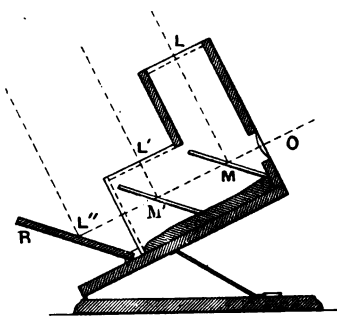
dans le sens voulu, sur sa plaque support, l'image ne repérant pas.

Les monochromes ainsi montés peuvent être conservés dans des boîtes à rainure si l'on veut en faire une collection.

Pour éclairer convenablement les trois monochromes, on fait basculer le chromoscope sur son axe de suspension et on le serre ensuite à l'inclinaison convenable avec le bouton de serrage D (*fig.* 65); un miroir extérieur mobile M″ permet de donner au monochrome du vert l'éclairage le plus favorable.

Les trois écrans colorés employés dans ce chromocospe sont les mêmes, quant à leur couleur, que

Fig. 66.

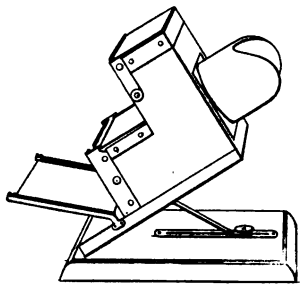


ceux qui ont servi à la sélection pour la formation des images négatives dans la chambre noire.

D'autres inventeurs ont également construit des

appareils analogues. M. Ives exploite un kromskop stéréoscopique dont le dispositif est à peu

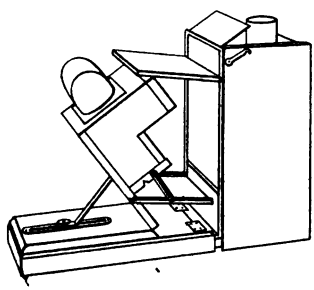
Fig. 67.



Chromoscope stéréoscopique Ives.

près le même que celui qui vient d'être décrit (*fig.* 66 et 67). La figure 68 montre un dispositif

Fig. 68.



Dispositif pour éclairage à la lumière artificielle.

propre à l'éclairage du chromoscope avec de la lumière artificielle. M. Ducos du Hauron a ses

modèles, entre autres son mégalochromoscope. Il y en a d'autres encore.

Généralement tous ces derniers appareils présentent l'inconvénient d'être appliqués à l'observation d'images d'un format trop réduit. La dimension 9 × 12 nous semble préférable, parce qu'elle donne plus de latitude à l'étude des sujets colorés si l'on veut faire du chromoscope autre chose qu'un pur jouet.

Compris comme moyen de démontrer seulement la synthèse des couleurs à l'aide de la fusion des radiations diverses, ou comme sujet de distraction, il n'y a pas grand inconvénient à ce qu'il soit de format réduit; mais s'il doit servir aux études et recherches des chromistes, des peintres, des savants, il faut qu'il puisse recevoir des images d'une certaine étendue. D'autant mieux que l'on n'est pas obligé, dans tous les cas, de recourir à des images de la dimension maxima; mais il est souvent nécessaire, pour des vues d'objets très détaillés, pour l'examen d'un tableau dont les dimensions auront dû être réduites considérablement, de pouvoir compter sur une surface plus grande que le 7 × 7 ou à peu peu près.

D'autre part, c'est, au point de vue sérieux qui nous occupe surtout, un véritable instrument de précision; aussi admettons-nous difficilement qu'il puisse être employé de façon à rendre les services dont il est susceptible, sans avoir été

construit avec les soins les plus minutieux.

A notre avis, la possession d'un instrument de cette sorte s'impose à tous les cabinets de physique, à tous les chromograveurs, chromolithographes, aux peintres en général, aux décorateurs, surtout aux fabricants de papiers peints, d'étoffes diverses, tapis, tentures, etc., en un mot à tous les artistes et industriels qui usent de la couleur.

Le grand avantage qu'il leur offre sur tous autres moyens de synthèse, c'est d'être dispensés d'une mise en couleur quelconque. Trois monochromes noirs tirés par les moyens usuels de la photographie courante suffisent pour qu'ils aient rapidement la vue de l'objet en couleurs tel qu'il est ou peut être; en matière d'ornements, par exemple, des essais multiples de combinaisons de couleurs peuvent être essayés. L'artiste n'a même pas besoin de recourir à de la couleur; il peut exécuter en noir tous les motifs que sa fantaisie imagine, puis, après l'œuvre rapide de la photographie, il lui est fort agréable de les retrouver en couleur et de les comparer entre eux, d'appeler d'autres personnes à donner leur avis, de modifier les tonalités diverses au cours de l'observation, de les entre-changer même, en mettant au vert ce qui est au rouge.

Les usages multiples auxquels se prête un pareil outil seraient vraiment trop nombreux

pour être indiqués ici, mais on s'en rend compte par ce que nous venons d'en dire.

Sans nous élever le moins du monde contre la construction du chromoscope, jouet scientifique, nous conseillons aux personnes qui auront à demander à cet instrument des services d'un autre ordre de ne pas hésiter, en présence du coût naturellement plus élevé d'un instrument bien construit. Il doit faire partie du capital outil et les caractères d'utilité qu'il présente seront d'autant plus sérieux qu'il sera mieux fait.

Nous ne croyons pas que le chromoscope ait été bien répandu jusqu'ici chez les industriels et dans les ateliers d'artistes. Combien peu le connaissent! combien d'autres se montrent effrayés de la difficulté des manipulations photographiques!

Cette difficulté, sans être très grande, est pour beaucoup dans l'hésitation que certains industriels mettent à se munir du chromoscope; c'est qu'il ne va pas tout seul : il implique la nécessité d'un chromographe, d'un tirage d'épreuves, et, si vulgarisée que soit déjà la photographie, son emploi est encore bien loin d'être absolument général. Il y a donc à laisser le temps et les progrès scientifiques suivre leur cours avant que l'on soit entré, à peu près partout, dans la voie par nous conseillée.

Pourtant la photographie n'est qu'un jeu pour

les photograveurs, pour les photolithographes, et ces industriels seront certainement les premiers à demander le concours utile que peut leur prêter le chromoscope.

L'étude d'un sujet exige quelquefois des corrections ; il y a, par exemple, une dominante de telle couleur, une insuffisance de telle autre ; les verts sont généralement incomplets, on peut très rapidement faire sur les monochromes esssayés, s'ils sont à peu près bons, les corrections nécessaires. Voici comment on s'y prend :

On passe du mattolin (vernis mat) à la surface des trois épreuves du côté de la couche, ou tout au moins de celles à retoucher. Quand ce vernis, très volatil, est sec, on fait les retouches avec une estompe en papier garnie de graphite en poudre.

On remarquera que le moindre frottis sur une partie claire du monochrome vert tend à donner à la partie légèrement teintée une valeur plus rouge.

Il y a donc à étudier préalablement les combinaisons chromoscopiques, ce qui d'ailleurs ne présente aucune difficulté. Nous allons en donner une idée.

Chacune des couleurs des écrans, vue isolément, ne donne évidemment que l'impression de sa couleur franche, si l'on combine les couleurs deux à deux, par exemple :

Du rouge avec du vert, on a du jaune ;

Du rouge avec du violet, on a du violet rouge;
Du vert avec du violet, on a du bleu vert.

Les trois couleurs franches combinées entre elles donnent le blanc pur si les écrans ont été bien préparés, et l'absence de toute couleur est le noir.

Avec un peu d'habitude on devient le maître des effets qu'on désire obtenir; c'est pourquoi, grâce à l'estompe qui permet de produire les teintes les plus fondues, on peut exécuter toutes les retouches, sauf à recourir au pinceau garni d'encre de chine, quand il y a des noirs à accentuer.

On ne doit pas oublier que l'on est ici en présence de couleurs virtuelles dont les éléments sont les couleurs primaires du spectre, et que, pour passer de ces couleurs à celles des images colorées pigmentaires, il y a lieu de faire usage des complémentaires. Le monochrome du violet sera peint, imprimé ou teint en jaune, celui du rouge en bleu, et celui du vert en rouge.

Le résultat demeure absolument le même, mais il est bon de se familiariser avec ces deux combinaisons pour éviter toute erreur dans la synthèse pigmentaire.

En réalité les négatifs provenant de la sélection première demeurent les mêmes pour les deux cas, et il n'y a de changé que le mode de synthèse.

Avec le chromoscope ce ne sont pas des couleurs

matérielles que l'on combine entre elles; ce sont des radiations, tandis qu'avec les pigments ce sont les éléments pigmentaires dont on fait des mélanges; or le jaune, le bleu et le rouge pourpre, qui forment les couleurs primaires de la trichromie pigmentaire, donnent du noir lorsqu'il sont superposés à l'état de densité normale, tandis que le violet, le vert et le rouge orange donnent du blanc par leur combinaison dans le chromoscope.

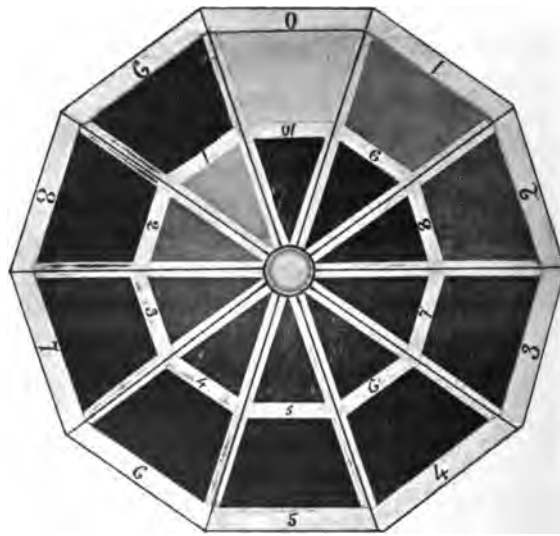
Quand on examine dans cet instrument trois épreuves éclairées par les trois écrans correspondant à leurs couleurs, on est frappé de la quantité infinie de nuances résultant des mélanges à doses variées des trois seules couleurs fondamentales. Il serait très intéressant de savoir quelle est la quantité proportionnelle de chacune d'elles pour la formation de tel ton déterminé.

Nous avons imaginé une sorte de dosimètre des couleurs à l'aide de trois échelles semblables allant du noir au blanc par degrés très rapprochés. La figure 69 en donne une idée.

Ces teintes sont disposées circulairement et peuvent tourner de telle sorte que toutes sont superposables et que l'on peut immédiatement, en présence d'une composition déterminée, lire le quantum de chacune des composantes. La partie centrale du disque donne les complémentaires; elle est formée de la même échelle que la précé-

dente, mais allant dans un sens inverse. L'une va du blanc au noir et l'autre du noir au blanc; chacune des deux teintes d'un même segment est la

Fig. 69.



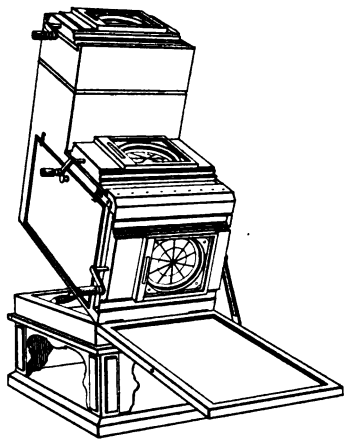
complémentaire de l'autre. Les combinaisons de trois quelconques des cases d'en haut ont donc pour complémentaires les combinaisons simultanées des trois cases correspondantes d'en bas.

A l'aide des manivelles qui se trouvent sur les bords des châssis on amène successivement à coïncider trois teintes quelconques, et comme

notre échelle a 33 degrés, on voit tout de suite qu'on arrive à un nombre considérable de combinaisons.

Un numéro quelconque peut se combiner avec les 32 autres ; on aura donc de ce chef $33 \times 33 = 1089$

Fig. 70.



Chromoscope muni des disques rotatifs.

combinaisons simples, binaires ou ternaires ; or, il y a 33 degrés à la gamme des opacités, ce qui donne comme quantité totale $1080 \times 33 = 35037$, plus encore la série O qui donne 1089 à ajouter, soit au total 36026.

Mais ce chiffre correspond à une saturation déterminée des écrans employés ; il est évident qu'on peut faire varier à l'infini cette saturation, ce qui

conduira à autant de fois 36026 teintes qu'il y aura de degrés dans la saturation, et, en supposant que ce nombre de degrés soit encore de 33 entre 0 et le degré de saturation maximum, il y aura à multiplier 36720 par 33, ce qui donne 1211760 teintes différentes et leurs complémentaires.

Pour dessiner ou peindre on pourrait, à la rigueur, se contenter d'une échelle initiale de 10 tons entre le blanc et le noir. Mais, en réalité, dans la nature, la succession des tons est si rapprochée que mieux valait créer une échelle d'une dégradation plus serrée. Il nous a semblé difficile de dépasser 33 valeurs, bien que, théoriquement, on pourrait en concevoir un bien plus grand nombre. Cela fait, entre deux tons, une différence de $\frac{3}{100}$, d'un degré à l'autre, en ramenant le noir à 100 et le blanc à 0.

On a, de la sorte, la possibilité de former des mélanges où l'introduction de 3, 6, 9 centièmes d'une des composantes apporte telle modification dont on peut connaître la nature.

On fait ainsi, ce qui n'est guère possible par la plupart des autres méthodes, des mélanges de lumières colorées, en partant d'une base certaine facile à établir.

Quand on veut ramener les composantes formées de radiations aux quantités de couleurs pigmentaires correspondantes, on y arrive aisément.

Prenons par exemple :

R = 25 = Rouge
BV = 15 = Bleu vert
V = 12 = Violet

Cela veut dire : 25 opacités dans le rouge, combinées avec 15 dans le bleu violet et 12 dans le vert, donnent une certaine couleur par le mélange des lumières. Ce sera une sorte de violet.

Pour avoir en pigments le ton correspondant, nous prendrons les quantités égales, mais pour les couleurs complémentaires de celles ci-dessus, ça donnera :

B ou bleu = 25
J ou jaune = 15
R ou rouge = 12

Les chiffres demeurent les mêmes, mais ce sont les couleurs initiales qui changent.

Autre exemple :

BV = 27
V = 21 } donnent un beau jaune orange.
R = 0

O veut dire : opacité nulle, par suite, le rouge au maximum.

Traduite en pigments, cette formule donne :

J = 27	ou en dixièmes	J = 9	parties.
R = 21	»	R = 7	»
B = 0	»	B = 0	»

O indique ici l'absence complète de bleu.

On pourrait, d'après les données obtenues avec nos disques tournants à échelles graduées, former des Tableaux dont les deux suivants donneront une idée.

D'abord le *Tableau des formules pour un seul degré d'une échelle combiné avec divers degrés de deux autres échelles* (1).

---

(1) Nous parlons de plusieurs échelles, parce que, chacun des disques ne contenant que 10 degrés, il a fallu faire 4 échelles distinctes (ou 4 disques) pour avoir la série totale de 33 degrés.

TABLEAU DES FORMULES POUR UN SEUL DEGRÉ D'UNE ÉCHELLE COMBINÉ AVEC DIVERS DEGRÉS DES DEUX AUTRES ÉCHELLES.

R	V	B	ÉCHELLES	R	V	B	ÉCHELLES	R	V	B	ÉCHELLES
23	0	0		23	1	0		23	15	0	
23	0	1		23	1	1		23	15	1	
23	0	2		23	1	2		23	15	2	
23	0	3		23	1	3		23	15	3	
23	0	4	n° 1	23	1	4	n° 1	23	15	4	n° 1
23	0	5		23	1	5		23	15	5	
23	0	6		23	1	6		23	15	6	
23	0	7		23	1	7		23	15	7	
23	0	8		23	1	8		23	15	8	
23	0	9		23	1	9		23	15	9	
23	0	10		23	1	10		23	15	10	
23	0	11		23	1	11		23	15	11	
23	0	12		23	1	12		23	15	12	
23	0	13		23	1	13		23	15	13	
23	0	14	n° 2	23	1	14	n° 2	23	15	14	n° 2
23	0	15		23	1	15		23	15	15	
23	0	16		23	1	16		23	15	16	
23	0	17		23	1	17		23	15	17	
23	0	18		23	1	18		23	15	18	
23	0	19		23	1	19		23	15	19	
23	0	20		23	1	20		23	15	20	
23	0	21		23	1	21		23	15	21	
23	0	22		23	1	22		23	15	22	
23	0	23	n° 3	23	1	23	n° 3	23	15	23	n° 3
23	0	24		23	1	24		23	15	24	
23	0	25		23	1	25		23	15	25	
23	0	26		23	1	26		23	15	26	
23	0	27		23	1	27		23	15	27	
23	0	28		23	1	28		23	15	28	
23	0	29		23	1	29		23	15	29	
23	0	30	n° 4	23	1	30	n° 4	23	15	30	n° 4
23	0	31		23	1	31		23	15	31	
23	0	32		23	1	32		23	15	32	
23	0	33		23	1	33		23	15	33	

Pour indiquer comment on lit sur ce Tableau, nous allons prendre comme exemple la première ligne.

	R.	V.	B.
1.	23	0	0
2.	23	1	0
3.	23	15	0

Cela veut dire :

Pour 1. 23 opacités opposées au passage du rouge.
0 V. ou vert complet.
0 B. ou violet complet.

Traduite en pigments, cette formule donne :

BV = 23
R = 0
J = 0
} 23 parties de bleu sur 33 qui est le maximum ou $\frac{23}{33}$.

Le n° 2 signifie 23 opacités opposées au passage du rouge.
» 1 » » » du vert.
» 0 » » » du violet.

et en pigments :

B = 23
R = 1
J = 0

Ce qui donne un bleu léger $\frac{23}{33}$ plus 32 parties de rouge sur 33 et 0 de jaune.

Le n° 3 veut dire 23 opacités opposées au rouge.
» 15 » » au vert.
» 0 » » au violet.

et en pigments :

23 B. soit un mélange de 23 parties
15 R. de bleu avec 15 de rouge.
0 J.

33 étant le maximum de saturation de la couleur, on pourrait ramener à des centièmes : par exemple, 23 représenterait $\frac{69}{100}$.

TABLEAU DES COMBINAISONS D'UN DEGRÉ D'UNE ÉCHELLE AVEC TOUS LES AUTRES DEGRÉS DES DEUX AUTRES ÉCHELLES.

R	V											B	ÉCHELLES
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	0	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	1	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	2	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	3	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	4	n° 1
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	5	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	6	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	7	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	8	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	9	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	10	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	11	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	12	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	13	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	14	n° 2
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	15	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	16	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	17	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	18	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	19	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	20	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	21	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	22	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	23	n° 3
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	24	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	25	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	26	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	27	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	28	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	29	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	30	n° 4
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	31	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	32	
19	0	1	2	3	4	5	....	30	31	32	33	33	

Pour comprendre ce Tableau, il faut savoir que R représente le rouge, V le vert et B le bleu violet.

Le degré choisi est 19 de rouge, soit 19 opacités de gris opposées à la transmission du rouge.

Il y a à trouver les combinaisons de ce degré 19 d'une des échelles avec tous les autres degrés des deux autres échelles.

Par exemple : avec 0, 1, 2, 30, 33 degrés de vert et 0, 1, 2, 33 de violet, la solution sera, d'une part, pour les radiations :

19	Rouge	donnent une certaine couleur que rendront l'impression ou la peinture.
5	Vert	
18	Violet	

19	parties de bleu	soit une sorte de vert additionné d'un peu de rouge.
5	» de rouge	
18	» de jaune	

Pour mieux voir les couleurs, sans être gêné par le contraste simultané des couleurs voisines, on les fait passer sous un cercle plein ne laissant ouvert qu'un segment correspondant, par ses dimensions, à l'un des segments des échelles. On ne voit ainsi qu'une seule couleur et sa complémentaire, tout le restant du disque se trouvant caché par le diaphragme métallique peint en noir.

Pour que l'on ait une idée sommaire de l'effet qui se produit, rappelons que, les écrans étant formés des trois couleurs rouge orange, vert et violet, il ne peut y avoir d'autres combinaisons

que celles de ces trois couleurs entre elles, en tenant compte toutefois de la part de lumière blanche qui traverse quand même les écrans colorés; mais il s'agit de comparaisons entre lumières réfléchies et non entre radiations.

Pour simplifier nous supposerons que l'échelle de chaque couleur ne soit que de dix degrés, de 0 à 10, entre le blanc et le noir.

Quand les trois zéros des trois échelles sont superposés et, par suite, fusionnés, on a le blanc pur, et en regard immédiat le noir pur, qui est sa valeur complémentaire.

Si l'on fait alors tourner d'un degré l'échelle du rouge en amenant 9 dans le segment visible, il se produit un changement immédiat de couleur : au blanc succède un bleu intense ayant pour complément une sorte de brun rouge foncé ; le mouvement de rotation continuant dans le même sens, on passe tour à tour par des bleus de plus en plus clairs jusqu'à un bleu très léger qui précède le retour au zéro ou blanc pur.

Laissant le tout en l'état et faisant tourner de même façon la manivelle de l'écran violet, nous avons un beau jaune ayant pour complément un bleu intense.

Puis, la rotation allant jusqu'au zéro, on passe par une série de jaunes de saturation décroissante jusqu'au retour au zéro, soit au blanc; la série complémentaire varie dans les bleus.

Si nous attaquons l'échelle des verts, le premier degré obtenu est un carmin pur, qui va se dégradant jusqu'au blanc à mesure que l'échelle retourne au zéro. La série complémentaire est verte aux divers degrés.

Mais, si l'on fait mouvoir les trois échelles de façon à amener tel ou tels autres degrés en concordance, on arrive à des combinaisons binaires ou ternaires dont la définition est des plus simples, ainsi que nous venons de le démontrer.

Si nous insistons assez longuement sur ce mode d'analyse de la combinaison des radiations diverses entre elles, c'est parce qu'il nous semble préférable à la plupart des collections de teintes dont le coût élevé et la composition approximative rendent l'emploi difficile et les indications peu précises.

Dans le cas qui nous occupe il n'y a, à vrai dire, que trois couleurs dont il importe de connaître la composition exacte, puis les variations et combinaisons que subissent ces trois couleurs fondamentales par l'interposition d'opacités grises dont il est toujours facile d'avoir des degrés ou valeurs exactes parfaitement comparables entre elles.

L'appareil que nous venons de décrire n'existe pas encore de toutes pièces, mais il est très facile à établir avec un chromoscope à échelons quelconque (*fig.* 70).

Il suffit de faire construire trois châssis du

genre de ceux que l'on désigne sous le nom de *chromatropes* et de reproduire, sur des plaques sensibles, la série de valeurs formant l'échelle des tons. On introduit dans les châssis trois des disques et l'on se livre à la recherche voulue.

C'est là un des compléments nécessaires du chromoscope, surtout quand on en use dans des ateliers de peinture décorative industrielle, et même comme guide pour des travaux de chromolithographie. Tel ton étant requis, on a vite vu, par les complémentaires, les trois degrés de noir à mettre sur les trois pierres.

Il est un autre moyen de synthèse analogue à celle du chromoscope. C'est la synthèse par voie de projection, en réalisant sur un écran blanc la fusion des trois monochromes, de ceux-là même qui ont pu servir dans le chromoscope.

Il s'agit d'une lanterne triple projetant, par chacun des trois objectifs, un des monochromes éclairé par la lumière correspondant à la couleur qu'il représente.

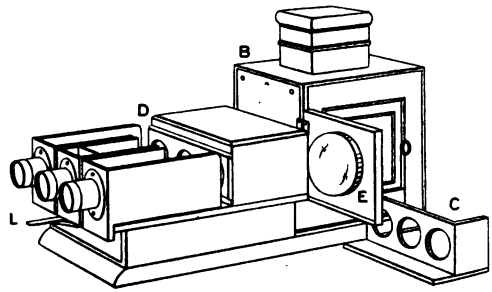
Jusqu'ici nous ne connaissons d'instrument propre à conduire à ce résultat que celui de M. Ives.

Cette lanterne photochromoscopique, très bien comprise, est surtout utile pour les démonstrations publiques de l'effet des combinaisons polychromes.

Les figures 71 et 72 donnent la vue extérieure de cet appareil et son dispositif intérieur.

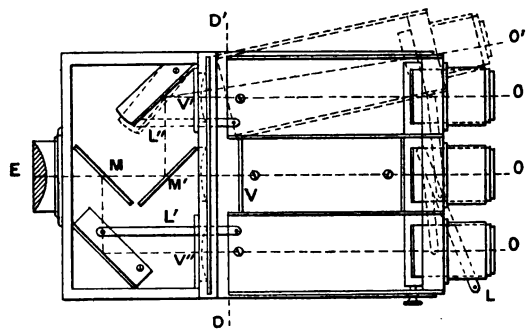
Il consiste dans un premier corps B spécial à la lumière proprement dite qui est l'arc électrique.

Fig. 71.



Le deuxième corps placé en avant de l'autre contient le condenseur en E, les miroirs réflec-

Fig. 72.



teurs M, M', les écrans colorés V, V', V'', les trois objectifs O, placés à l'extrémité de trois boîtes dont

les deux latérales peuvent, en pivotant sur leurs points axiaux à l'aide de leviers L, L′, L″, s'écarter ou se rapprocher, ce qui permet, lorsque l'image est entièrement repérée de façon à n'en former qu'une seule, d'en séparer les trois éléments composant, soit le rouge, le vert et le violet. O vient en O′ pour une des images.

Le synthèse s'effectue de la sorte en présence de tout l'auditoire.

Un châssis à trois ouvertures circulaires reçoit les trois monochromes, et il suffit de l'introduire dans la coulisse qui lui est destinée en DD′ pour avoir immédiatement l'image en couleurs, si d'avance les monochromes Y ont été disposés de façon à repérer sans tâtonnements ultérieurs.

Au cas où il y a lieu de procéder à ce repérage, on y arrive à l'aide de vis placées sur les plaques des objectifs et donnant la possibilité de faire monter ou descendre chaque objectif et aussi de le mouvoir de gauche à droite et de droite à gauche.

Le mieux est de monter les épreuves à la place exacte qu'elles doivent occuper pour n'avoir plus à rechercher le repérage dans une séance publique.

Il est très facile, quand les trois monochromes sont coupés au calibre de façon à représenter exactement la même partie de l'image, de les poser chacun suivant les deux lignes axiales tra-

cées sur les bords opposés des disques du châssis.

On ne les y fixe que provisoirement, et puis on règle définitivement leur place en faisant la projection et en ramenant chacune d'elles au point exact qu'elle doit occuper et sans toucher aux objectifs arrêtés à une position fixe.

L'intérêt que présente un instrument de cette sorte n'est pas douteux; il est certainement, pour les cabinets de physique bien outillés, le complément indispensable du chromoscope.

Seulement, la lumière électrique n'étant pas douée de qualités absolument identiques à celles de la lumière solaire, il sera bon de faire l'essai à la lumière artificielle des sujets à montrer pour en exécuter les monochromes dans les conditions de densités respectives s'harmonisant le mieux avec l'éclairage à la lumière électrique. Cela revient à dire qu'il faudra un jeu de diapositifs propres au chromoscope destinés à être vus en lumière solaire et un jeu spécial à la lanterne triple; il est bien entendu que les écrans colorés devront être identiques, dans les deux appareils distincts.

On peut également avoir un dispositif permettant d'éclairer le chromoscope avec de la lumière électrique.

La figure 68 indique l'arrangement d'un appareil de cette sorte. La lumière du gaz, surtout avec un manchon Auer, peut suffire largement;

dans ce cas il y a même à la modérer pour qu'elle ne soit pas trop intense.

Les sujets destinés à être vus ainsi doivent être réglés sur la lumière que l'on devra employer. Si l'on faisait usage de la lumière ordinaire du pétrole, on risquerait d'avoir un éclairage trop jaune.

Avant d'en finir avec la synthèse optique, il nous reste à nous occuper des méthodes du docteur Joly et de M. le professeur Wood.

CHAPITRE VIII.

AUTRES MOYENS DE SYNTHÈSE OPTIQUE.

Les méthodes qui font l'objet de ce Chapitre sont dignes d'intérêt, et nous ne pourrions les omettre dans un traité comme celui-ci; seulement il convient de dire tout de suite que, si ingénieuses qu'elles soient, elles laissent encore à désirer au point de vue de leur application pratique, et elles sont loin, pour le moment du moins, de pouvoir rivaliser avec la méthode photochromoscopique.

L'une d'elles est celle de M. Joly, professeur à Dublin; elle consiste dans l'idée d'accomplir la synthèse sur une seule plaque et par conséquent avec une seule image, idée indiquée par Ducos du Hauron en 1869.

M. Joly a voulu réaliser ce procédé; voici sa façon d'opérer. Il a d'abord cherché un moyen pratique de préparer des écrans rayés de lignes rouges, vertes et violettes juxtaposées et aussi rapprochées les unes des autres que possible; il est parvenu à exécuter des réseaux de cette sorte

contenant environ 7 lignes au millimètre, soit 70 au centimètre. Bien que le nombre des lignes contenues dans 1^{mm} ne soit pas bien considérable, il y a déjà une assez grande difficulté à produire ces réseaux trichromes (*Pl. II*) avec toute la netteté voulue [1].

Le réseau négatif a les couleurs qui nous servent à l'analyse des sujets colorés; quant au réseau positif, ou pour voir, il doit avoir les couleurs complémentaires des précédentes, soit rouge pourpre, jaune et bleu, mais être rayé d'une façon identique pour que le réseau positif puisse remplacer le réseau négatif.

Voici comment on opère :

Une plaque panchromatique est mise dans le châssis négatif en arrière du réseau trichrome négatif, lequel porte contre lui, du côté des lignes.

De plus, en avant de l'objectif, ou à l'intérieur dudit, ou en arrière, se trouve un dispositif propre à recevoir des écrans colorés.

La pose s'effectue comme lorsque l'on fait de la photographie trichrome, c'est-à-dire en usant successivement des trois écrans sélecteurs nonobstant la présence, tout contre la plaque sensible, d'un réseau sélecteur formé par les lignes que l'on sait.

---

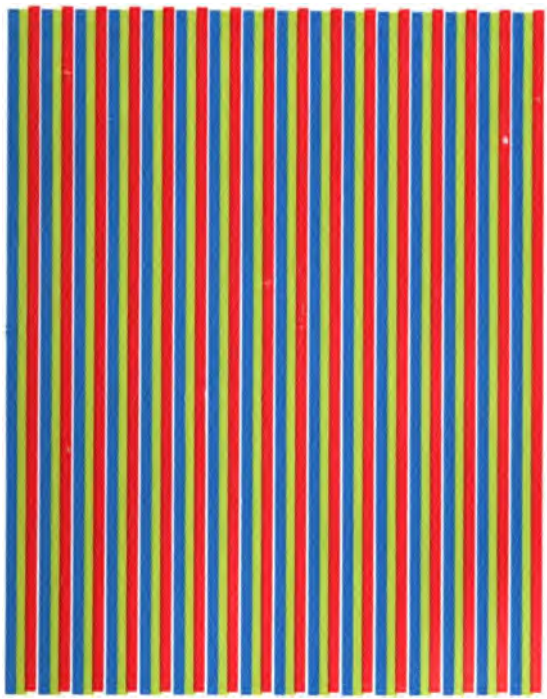
[1] Le petit espace blanc que montre la planche II entre chaque groupe de trois couleurs ne doit pas exister. Le rouge doit être immédiatement contigu au bleu.

Après cette pose assez longue, puisqu'elle implique trois poses successives, on développe et l'on a une image formée de raies plus ou moins

Fig. 73.

transparentes. Si de ce négatif on tire par contact une épreuve positive sur verre, et si contre ce diapositif on applique le réseau positif trichrome, on retrouve, en le plaçant convenablement, à peu près les couleurs de l'original.

Le perroquet que représente notre figure 73 a été exécuté de la sorte ; il donne parfaitement l'idée des couleurs exactes dès qu'on le regarde à travers l'écran coloré ; la figure 74 représente trois disques

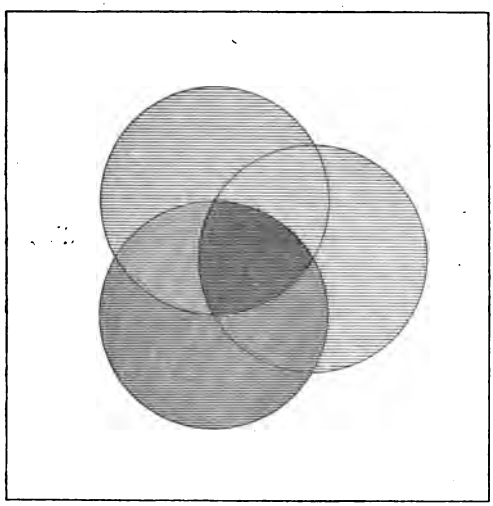


ECRAN SPÉCIAL DU PROCÉDÉ JOLLY.

colorés reproduits à travers le réseau négatif.

Cette méthode ne laisse pas que d'être très intéressante à cause de la possibilité d'avoir, sur une seule et même plaque, le rappel des couleurs

Fig. 74.



de l'original; mais combien elle laisse à désirer au point de vue pratique!

Tout d'abord l'obligation d'opérer et de voir à travers des écrans d'une construction difficile et par suite coûteuse, surtout pour des dimensions supérieures au format projection, ne laisse pas que de compliquer beaucoup la méthode; puis il y a la longueur de la pose, qui n'est pas moindre que

dans l'analyse avec les écrans colorés ordinaires; enfin, l'aspect désagréable, au stéréoscope ou dans les projections de lignes, agrandies à un tel point qu'elles deviennent des barres.

Ces diverses objections, faites avec raison à ce moyen si ingénieux de réaliser le synthèse des couleurs sur une seule plaque, sont, pour le moment, un sérieux obstacle à l'expansion de ce procédé.

Pourtant on n'est pas au bout des perfectionnements dont il est susceptible. M. Ch. Brasseur, de New-York, a trouvé le moyen de serrer davantage les lignes des réseaux colorés au point d'en introduire jusqu'à 21 dans 1^{mm}.

Évidemment, c'est là un grand progrès, parce que l'idée théorique se trouve ainsi serrée de bien plus près, chacune des lignes du réseau Brasseur étant trois fois moins large qu'une des lignes du réseau Joly.

Il reste à voir ce que produira pratiquement ce sérieux perfectionnement.

L'idée de M. Brasseur va plus loin que celle ayant pour objet la création d'images polychromes pour le stéréoscope et la projection; il espère pouvoir tirer de son image unique les trois clichés négatifs sélectionnés propres à la photogravure tramée et en couleurs; il nous a montré un résultat ainsi obtenu.

Au point de vue des arts de l'illustration, cette

méthode, réduite à l'obtention d'un seul négatif, pourrait rendre de très grands services, surtout si l'on parvient, à des temps de pose assez courts. Le tigre reproduit avec le réseau Brasseur a été obtenu dans $\frac{1}{4}$ de seconde. Il faudrait pouvoir diminuer encore cette durée de façon à avoir des épreuves instantanées, soit suffisantes dans $\frac{1}{20}$ de seconde environ.

M. Mac Donough, en Amérique, s'est également occupé d'appliquer ce procédé ; il a surtout essayé, d'après l'indication publiée par Ducos du Hauron, d'exécuter industriellement des impressions sur papier préparé par le procédé des lignes.

Si les lignes colorées sont imprimées sur du papier, on conçoit qu'on puisse avoir un résultat, mais les blancs laisseront toujours beaucoup à désirer ; on ne peut, pratiquement, faire usage que de couleurs très faibles, et l'effet obtenu rappelle une photographie coloriée avec des blancs.

Étant donnés les moyens que l'on a d'obtenir beaucoup mieux par la méthode d'impression typographique à clichés tramés, on ne sent guère la nécessité de se livrer plus longtemps à des essais qui, en fait, si intéressants qu'ils puissent être, ne sauraient conduire à l'obtention d'œuvres suffisantes.

Il est une autre méthode de synthèse optique qui est due à M. le professeur Wood, de l'Université de Wisconsin, aux Etats-Unis d'Amérique.

Cette méthode consiste dans la production des négatifs sélectionnés comme d'habitude; on en tire des diapositifs par contact, également par le moyen usuel, puis c'est avec le concours de ces positifs que l'on produit les couleurs à l'aide de phénomènes de diffraction.

Nous extrayons de l'intéressant Ouvrage de M. A. Tallent la description du *procédé de photographie en couleurs de M. Wood, par voie de diffraction.*

Après avoir indiqué les deux méthodes déjà employées pour la photographie des couleurs, celle directe de M. Lippmann et celle indirecte de M. Ducos du Hauron, Ives et d'autres, puis le procédé Joly, M. Wood s'exprime ainsi qu'il suit:

Le procédé de diffraction que j'ai brièvement décrit dans le numéro d'avril du *Philosophical Magazine* est réellement une variété du procédé des trois couleurs, bien qu'il possède quelques avantages qui font défaut aux autres méthodes, tels que la suppression complète des écrans colorés et des pigments et la possibilité d'imprimer une épreuve d'après une autre. L'idée d'employer un réseau de diffraction m'est venue lorsque j'ai été amené à chercher un moyen d'imprimer une surface avec une structure capable d'envoyer à l'œil une lumière d'une certaine couleur, puis de superposer sur celle-ci une deuxième structure capable d'envoyer une lumière d'une autre couleur sans interférer en aucune façon avec la lumière fournie par la première structure.

Cela ne peut naturellement avoir lieu avec des encres, puisque, si nous imprimons de l'encre verte sur de l'encre rouge, le résultat ne sera pas un mélange de lumière rouge et de lumière verte, mais l'absence à peu près complète de toute lumière quelconque.

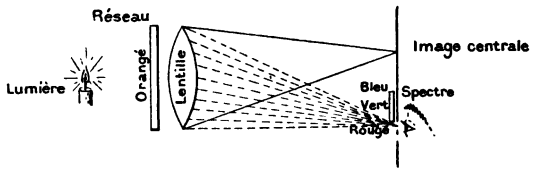
En d'autres mots, au lieu d'avoir du jaune, nous avons du noir. Considérons tout d'abord comment une image en couleurs peut être produite par diffraction.

Plaçons un réseau de diffraction (qui consiste simplement en une plaque de verre finement rayée sur sa surface de lignes très rapprochées) devant nous et faisons tomber sur sa surface la lumière d'une lampe. Il se formera sur une feuille de papier posée au plan focal de la lentille une image de la flamme de la lampe, et des spectres ou des bandes colorées sur chacun des côtés de cette image.

Maintenant, pratiquons un petit trou dans la feuille de papier, dans la partie rouge d'un de ces spectres. Ce trou recevra la lumière rouge de toute la surface du réseau.

De même, si nous nous plaçons en arrière du papier et que nous regardions à travers le trou, nous verrons le

Fig. 75.



réseau éclairé sur toute sa surface par une lumière d'un rouge pur. C'est ce que montre la figure 75, où se trouve indiquée l'extrémité rouge du spectre tombant sur le trou, le trajet des radiations rouges du réseau vers l'œil se trouvant indiquée par des lignes pointillées.

Maintenant, la position des spectres par rapport à l'image centrale de la flamme dépend du nombre de lignes au centimètre que contient le réseau. Plus le réseau est serré et plus loin de l'image centrale se trouvent rejetées les bandes colorées.

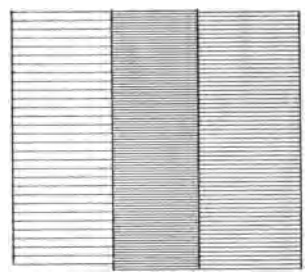
Supposons que nous enlevions le réseau dans la figure ci-dessus pour le remplacer par un autre ayant des lignes

plus rapprochées. Le spectre se trouvera un peu plus bas dans le diagramme et, au lieu d'être le rouge qui tombera dans le trou, ce sera le vert; si donc nous regardons à travers le trou, nous verrons le réseau éclairé par de la lumière verte.

Des lignes encore plus serrées nous donneront un réseau qui nous apparaîtra bleu.

Si maintenant nous supposons que les deux premiers réseaux soient placés en avant de la lentille tous les deux

Fig. 76.



ensemble et se superposent comme dans la figure 76, cette combinaison formera deux spectres superposés, le rouge de l'une tombant à la même place que le vert de l'autre et, par suite, dans l'oculaire.

La partie supérieure, où se trouve un réseau de lignes serrées, envoie de la lumière verte à l'œil et paraît verte. La partie inférieure, où les lignes sont moins rapprochées, envoie à l'œil de la lumière rouge et paraît rouge, tandis que la partie médiane, où se trouvent superposés les deux systèmes de lignes, envoie à l'œil de la lumière rouge et verte et par suite paraît jaune, puisque l'action simultanée de la lumière rouge et verte produit sur n'importe quelle partie de la rétine la sensation du jaune.

En d'autres mots, nous avons, sur des réseaux de diffrac-

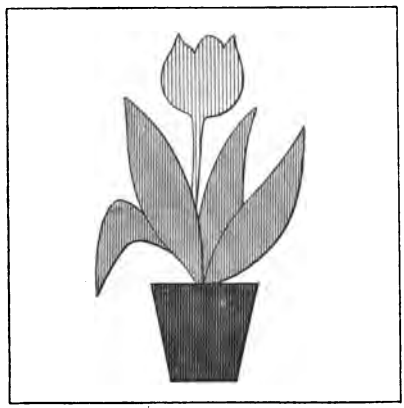
tion superposés, une structure capable d'envoyer à la fois à l'œil plusieurs couleurs.

Si nous ajoutons un troisième réseau, nous verrons l'endroit où touchent les trois lumières éclairé en blanc par le fait du mélange des lumières rouge, verte et bleue.

Trois réseaux avec 2000 lignes, 2400 lignes et 2750 lignes au pouce enverront des lumières rouge, verte et bleue dans la même direction, ou, en d'autres mots, au même point sur l'écran placé en avant de la lentille.

Supposons que nous ayons une lame de verre portant l'image d'une tulipe avec sa fleur rayée de 2000 lignes au

Fig. 77.



pouce (*fig.* 77), ses feuilles avec 2400 lignes et le vase la contenant rayé avec 2750 lignes, et que nous placions cela devant la lentille. En regardant à travers le trou, nous verrons une tulipe rouge ayant des feuilles vertes, et le tout dans un vase bleu.

Nous voyons ainsi comment il est possible de produire une image colorée à l'aide d'un réseau de diffraction dont les lignes sont par elles-mêmes incolores.

Les parties de la plaque où il n'y a aucune ligne n'envoient aucune lumière à l'œil et paraissent noires.

Il nous reste à considérer comment ce principe peut être appliqué à la photographie.

Les photographies qui sont colorées par l'application de ce principe pourront être regardées comme étant la conséquence de ce fait qu'un réseau de diffraction peut être reproduit par contact à la lumière solaire sur une plaque de verre enduite d'une mince couche de gélatine.

La méthode d'ensemble que nous avons trouvée la meilleure est la suivante :

Tout d'abord, trois réseaux ayant des lignes convenablement espacées ont été préparés.

Pour produire l'image en couleurs, trois négatifs ont été obtenus à travers des écrans rouge, vert et bleu, de la façon usuelle.

De ces négatifs on a tiré des épreuves diapositives. Une lame de verre mince a été enduite de gélatine bichromatée, séchée et coupée en morceaux de dimensions convenables; un de ces morceaux a été mis en contact, du côté gélatiné, avec le réseau de 2000 lignes, et le tout recouvert avec le positif représentant l'action de la couleur rouge de l'original; une pose de 30 secondes à la lumière solaire a donné l'impression des lignes du réseau sur la couche et aux places correspondant aux parties transparentes du positif.

Le deuxième réseau et le positif correspondant ont été ensuite substitués aux autres, et une deuxième pose a eu lieu. Les jaunes de l'image étant transparents dans les deux positifs, deux séries de lignes superposées dans ces parties ont été imprimées, tandis que les parties vertes recevaient l'impression du réseau seulement de 2400 lignes.

Il en a été fait de même pour le bleu, et la plaque a été lavée dans de l'eau chaude pendant quelques secondes.

Une fois sèche, elle a l'aspect d'une photographie colorée quand elle est placée en avant de la lentille et vue à travers le trou sur l'écran.

On assure un repérage convenable durant la triple impression en traçant sur la plaque des marques de référence.

Une image de ce genre une fois obtenue peut être reproduite indéfiniment par contact, puisque la disposition des lignes demeurera la même aussi bien dans toutes les copies que dans l'original.

L'image terminée est parfaitement transparente, et elle constitue tout simplement un réseau de diffraction en gélatine ayant des écartements variables.

Dans quelques parties de l'image il y aura un double réseau de lignes, et dans d'autres (les blancs) il y en aura trois.

Ayant éprouvé quelque dificulté à obtenir trois séries de lignes sur une seule couche de façon à obtenir un blanc pur, j'ai adopté la méthode d'une impression des réseaux rouge et vert sur une même plaque et du bleu sur une autre, puis de monter les deux épreuves les couches étant en contact.

Il est très facile de multiplier ces images une fois que l'on a exécuté la première épreuve du réseau vert rouge.

Ces images doivent être vues avec un appareil d'une grande simplicité montré par la figure 78 et consistant en une lentille coupée carrément, du genre des loupes servant à lire, montée sur un cadre léger portant un petit écran noir percé d'un trou et formant l'oculaire à travers lequel on regarde l'image.

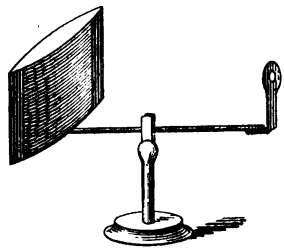
Les couleurs sont extrêmement brillantes et elles produisent une fascination toute particulière, car lorsqu'on fait tourner lentement l'appareil à voir de telle façon que sa direction varie par rapport à celle des rayons lumineux, les couleurs changent d'une manière charmante, nous donnant, par exemple, des roses vertes avec des feuilles rouges et des roses bleues avec des feuilles pourpre, combinaisons qui se recommandent aux peintres impressionnistes.

La raison de cet effet kaléidoscopique est facile à comprendre puisque, lorsque nous tournons l'instrument,

nous amenons l'œil sur les différentes parties des spectres projetés.

Il est possible de projeter ces images en employant une lumière très intense et en plaçant une lentille à projection à la place de l'œil en avant de l'écran percé. Naturellement on perd une grande quantité de lumière et, par suite, on ne peut obtenir une grande amplification. J'ai trouvé que la lumière solaire donne les meilleurs résultats

Fig. 78.



et j'ai pu projeter une image de trois pouces de diamètre sur un écran de quatre pieds, ce qui a permis de la faire voir à un auditoire assez nombreux.

En employant une lentille d'un foyer convenable il est possible de faire un appareil à vision binoculaire, parce que des séries similaires de spectres superposés sont formés par les réseaux de chaque côté de l'image centrale, de telle sorte que l'on peut avoir deux oculaires si la distance entre les spectres correspond à la distance interoculaire.

Il est intéressant de considérer qu'il est théoriquement possible de produire une de ces images dues à la diffraction directement dans la chambre noire sur une seule plaque.

Si une plaque photographique, d'un grain très fin, était exposée successivement dans la chambre noire avec les écrans rouge, vert et bleu, sur des surfaces dont les réseaux de diffraction ont été photographiés, la plaque,

lors du développement, aura l'aspect d'un positif colbré lorsqu'on la verra dans l'intrument ci-dessus décrit. Je l'ai fait pour une seule couleur, mais les plaques du commerce ont un grain trop gros pour donner l'impression de plus d'une série de lignes. Avec des plaques préparées spécialement j'espère obtenir de meilleurs résultats.

Nous avons cru devoir reproduire les indications textuelles fournies par M. Wood, qui a bien voulu nous faire le gracieux et obligeant hommage de tout ce qu'il faut pour répéter ses intéressantes expériences, réseaux de divers écartements et épreuves toutes montées. Malheureusement le disposif par nous préparé pour vérifier les effets vus par M. Wood n'a sans doute pas été bien arrangé et nous n'avons rien pu voir; nous avons lieu de penser que, si curieux que soit ce moyen de réaliser la synthèse des couleurs, il doit, même entre des mains savantes et habiles comme celles de M. Wood, être d'un emploi peu pratique.

Néanmoins il se peut que par tel tour de main à trouver on arrive à tirer de cette méthode un parti utile quelconque; c'est pourquoi nous croyons devoir compléter ce qui précède par quelques autres indications dues à M. Wood lui-même.

Les réseaux dont je me suis servi étaient exécutés sur glace avec 2000, 2400 et 2750 lignes au pouce respectivement.

Pour les expériences je me suis servi de copies photographiques de ces réseaux originaux pour ne pas courir le risque de les exposer à quelque fracture accidentelle.

Le verre sur lequel doivent être exécutées les images par diffraction doit avoir une surface très plane, et du verre à vitre ordinaire ne pourrait y être employé, n'ayant pas une surface assez plane pour que l'impression des lignes s'y produisît avec une netteté régulière.

Une feuille de glace mince, dont la surface a été nettoyée soigneusement, est enduite d'une solution chaude de gélatine et de bichromate de potasse composée de :

Gélatine photographique.....	0g,6.
Eau.....	125 cm³
Solution saturée de bichromate de potasse.	2 à 3 cm³

On filtre à chaud.

On laisse sécher pendant 10 secondes, puis elle est placée sur une suface plane dans une pièce obscure et exempte de poussière. Au bout d'environ 2 heures elle sera sèche et elle pourra être coupée en fragments de la dimension voulue.

Il vaut mieux commencer à faire de simples copies des réseaux. Une exposition de 10 à 25 secondes à la lumière solaire, la surface sensible étant placée en contact avec la surface lignée, est suffisante.

La plaque est alors lavée dans de l'eau chaude à 35° C. et posée à sécher sur un de ses côtés. La copie, quand elle est placée en avant de la lentille de l'appareil à vision et regardée ainsi qu'il a été dit, montrera maintenant une couleur brillante uniforme. Les différences dans l'éclat indiquent que l'épaisseur de la couche n'est pas parfaitement régulière, et c'est là la plus grande difficulté que l'on ait à surmonter.

Quand on a obtenu un réseau franchement bon, on peut entreprendre le réseau composite ou image par diffraction.

Un fragment de glace sensibilisée est placé en contact, du côté de l'enduit, avec une des trois images positives provenant des négatifs obtenus à travers les écrans rouge, vert et bleu. Les deux plaques sont placées en avant d'une lampe et l'on met deux ou trois petits

points sur la surface de la plaque sensibilisée coïncidant avec des points nettement visibles dans chacune des trois images.

Le coin d'une étiquette blanche sur une bouteille est un bon exemple d'un des points à choisir.

Les points correspondants doivent maintenant être mis à l'encre sur le côté enduit de la plaque sensible et les autres doivent être enlevés. Ces points servent de moyens pour le repérage dans le procédé de l'impression triple.

Placez maintenant le réseau dont les espaces sont les plus grands (celui qui l'est le plus doit fournir la lumière rouge) sur la partie du positif représentant l'action de la rouge lumière. Les lignes du réseau seront verticales et les points à l'encre sur la couche sensible seront amenés avec soin à la place exacte qu'il doivent occuper.

Comme ces points se trouvent séparés du positif par une distance égale à l'épaisseur de la plaque, partant du réseau, il importe d'éviter des erreurs de parallaxe en plaçant les plaques perpendiculairement à la direction de la vue.

Exposez les plaques à la lumière solaire pendant 30 secondes en les tenant bien serrées entre les doigts et en ayant soin qu'elles soient bien perpendiculaires aux radiations solaires.

Le mieux est de faire l'impression dans une pièce partiellement obscure avec un étroit rayon de lumière solaire, parce que la lumière du ciel diffuse est très nuisible.

Enlevez ensuite le réseau et le positif et remplacez-les par un autre représentant la lumière verte, puis posez de nouveau, après avoir assuré le repérage de la même façon que précédemment. Lavez la plaque dans de l'eau chaude, séchez et examinez le résultat avec l'appareil pour voir. Les teintes du rouge, du jaune et du vert apparaîtront sur l'image. Si un repérage convenable n'a pas été obtenu, il y aura des couleurs qui dépasseront le bord de l'impression et l'on devra recommencer l'opération.

Si, par suite d'une couleur dominante, les jaunes sont soit trop rouges, soit trop verts, la durée relative du temps d'exposition devra être modifiée.

Après qu'on a obtenu une image rouge vert satisfaisante, le troisième réseau peut être imprimé sur une deuxième plaque sous le positif représentant le bleu, en ayant soin de placer le côté de la couche en dehors de façon que les deux images lignées puissent être montées couche contre couche sans qu'il y ait à modifier le sens droite et gauche. En imprimant l'image bleue, aucun repère n'est nécessaire, car après qu'elle est sèche on peut l'amener à repérer, avec l'image jaune rouge, dans l'appareil à voir.

Il est possible de produire les trois séries de lignes sur une seule et même plaque, mais je préfère exécuter l'impression ainsi qu'il a été dit, les chances de succès étant plus grandes, et, comme un verre formant recouvrement est nécessaire, quoi que l'on fasse, il est moins difficile de l'employer à l'impression du bleu.

Si l'on désire un certain nombre d'images semblables, il est nécessaire seulement d'imprimer des copies d'après les épreuves rouge, jaune et bleu, en exécutant les images du réseau bleu avec la couche du positif au contact du réseau, puisque maintenant le sens se trouve renversé.

On peut de cette façon exécuter des images aussi rapidement que des épreuves pour lanterne.

CHAPITRE IX.

PROCÉDÉS DE SYNTHÈSE PAR ABSORPTION.

Ces procédés peuvent se décomposer en deux sortes :

1° Images en couleurs obtenues par teinture pour stéréoscope ou lanterne, visibles par lumière transmise.

2° Images en couleurs visibles par réflexion.

A. Épreuves polychromes avec monochromes formés de mixtions colorées.

B. Épreuves polychromes par procédés photomécaniques.

Nous allons passer en revue ces divers procédés en commençant par une méthode des plus faciles et à la portée de tout le monde.

Procédé trichrome sur pellicules. — Si l'on recouvre de gélatine des feuilles minces de collodion ou de celluloïd très pures et très transparentes, cette couche, sensibilisée avec un sel de chrome, bichromate de potasse ou d'ammoniaque,

pourra être impressionnée par le dos de la pellicule sous un négatif et donner, au développement à l'eau chaude, une image positive formée de gélatine, image à peu près invisible.

Si cette image, une fois sèche, est plongée dans une teinture, la gélatine se gonflera par absorption de la liqueur colorée, et comme ses épaisseurs varient suivant les intensités diverses des modelés, on aura une image monochrome ayant toutes les contre-valeurs et, par suite, toutes les intensités requises, et elle sera de la couleur employée à former la teinture. On conçoit donc que l'on puisse faire usage des trois négatifs résultant de la sélection dont il a été parlé précédemment, pour les imprimer sur la couche de gélatine bichromatée que l'on teindra respectivement avec les trois couleurs convenables.

On peut aisément préparer soi-même des pellicules de collodion recouvertes d'une couche de gélatine, mais il est préférable d'employer de la gélatine mixtionnée, et l'on trouve à acheter des pellicules de celluloïd très minces recouvertes de gélatino-bromure d'argent, telles, par exemple, les pellicules que prépare la Compagnie Eastmann pour ses Kodaks.

La présence d'un pigment inerte au sein de la couche de gélatine est nécessaire pour arrêter l'irradiation et donner des images plus nettes ; on se débarrasse ultérieurement du bromure d'argent

en le dissolvant dans de l'hyposulfite de soude.

Des feuilles très minces de mica que l'on trouve à acheter, recouvertes de mixtion sensible, peuvent être utilisées de la même façon. Il les faut, de même que pour les pellicules, aussi minces que possible, afin d'éviter la déperdition de netteté qui résulterait de l'emploi de supports trop épais. Malheureusement le mica a presque toujours une coloration jaunâtre qui peut nuire à la pureté des couleurs de l'image.

Ces notions préliminaires étant indiquées, nous allons décrire l'ensemble du procédé avec tous les détails d'exécution pratique.

Prenons pour base une pellicule Eastmann. Tout d'abord, il faut s'assurer de la parfaite solubilité de la mixtion dans l'eau, à la température d'environ 30° C.; cela fait, on coupe sur le rouleau pelliculaire des bandes de la dimension voulue et on les sensibilise dans une solution bien filtrée de bichromate d'ammoniaque à 2 pour 100; il suffit de laisser la pellicule immergée dans ce liquide pendant 3 à 5 minutes.

On la met à sécher dans l'obscurité piquée à une tablette, par un des coins; puis on l'emploie en appliquant contre le négatif le dos de la pellicule, soit le côté opposé à la gélatine. Les rayons lumineux agissent, pendant l'exposition, à travers l'épaisseur de la gélatine sensible, en contact avec ledit support.

Après une durée d'insolation qu'indique l'expérience, et que l'on peut, au besoin, vérifier en ouvrant le châssis-presse, l'image étant suffisamment visible, on met la pellicule dans un bain d'eau chaude maintenue toujours à 30° C. dans un bain-marie. Les parties de la gélatine non impressionnées se dissolvent dans l'eau chaude, et, quand la dissolution de ces parties est absolument complète, on lave à l'eau propre et l'on dissout dans un bain d'hyposulfite de soude à 15 pour 100 le bromure d'argent qui est resté dans la gélatine. Après cette opération, la gélatine reste complètement transparente; on la laisse se sécher après un lavage abondant et l'on passe ensuite à la teinture.

Les trois négatifs provenant de la sélection sont tour à tour employés à la formation de trois impressions positives correspondantes.

Teinture des positifs. — On se procure d'abord trois couleurs correspondant le plus près possible aux complémentaires des couleurs rouge orange, vert et violet qui ont servi à faire la sélection pour l'obtention des négatifs. Ce sont, entre autres, le jaune de naphtol, le bleu de méthyl et l'érythrosine.

Le positif provenant de l'écran violet est teint en jaune, celui qui a été obtenu avec l'écran rouge est teint en bleu et enfin l'on teint en rouge pourpre le positif tiré du négatif obtenu à travers l'écran vert.

Les solutions respectives de ces trois couleurs

sont bien filtrées et elles ont une densité qu'il est difficile d'indiquer quantitativement à l'avance, l'expérience étant, en pareille matière, le meilleur guide.

Le maximum de l'intensité de chacune de ces trois couleurs doit correspondre à peu près à l'intensité des écrans négatifs.

Il y a là un point que l'on ne saurait dépasser sans s'exposer à des dominantes nuisibles. L'examen du résultat fournit la meilleure des indications, et, avec un peu de pratique, on arrive assez vite à être maître de ce point. Le jaune doit être généralement poussé jusqu'au maximum; quant au bleu et au pourpre, il y a lieu de s'en tenir à la valeur exacte exigée par le sujet, ce dont on se rend compte facilement.

La teinture de l'image en gélatine s'opère rapidement; dès qu'on la croit suffisante, on sort l'épreuve qu'on laisse se sécher supendue par un de ses coins piqué avec une épingle contre le rebord d'une étagère.

Si la couleur d'un monochrome est trop intense, on peut en diminuer l'intensité en le passant à l'eau pendant un temps plus ou moins long.

Si elle est trop légère, on obtient l'intensité requise en le plongeant dans une solution plus saturée.

Quand les trois monochromes que l'on a présentés l'un contre l'autre donnent l'effet voulu, il

n'y a plus qu'à les maintenir bien repérés en les collant les uns sur les autres par quelques points de colle posés sur les bords, et on les enferme entre deux verres qui les tiennent bien à plat et dont on borde le tour avec du papier gommé, mais il est préférable de les coller l'un contre l'autre avec du baume du Canada.

Cette méthode que nous avons expérimentée nous paraît se prêter à de très intéressantes applications, non seulement pour des projections et des épreuves stéréoscopiques, mais encore pour la création de sujets polychromes de plus grandes dimensions, visibles toujours par lumière transmise.

Pour que le repérage soit parfait, il faut avoir soin de développer les épreuves dans une eau maintenue toujours à la même température, celle par exemple de 30° C. indiquée plus haut. Si l'on oublie d'observer cette prescription essentielle, les contractions de la couche de celluloïd formant support seront différentes et tout repérage deviendra impossible.

Il va sans dire que les matières colorantes que nous avons indiquées ne sont pas les seules à employer. Dans le Chapitre suivant : Procédé de MM. Auguste et Louis Lumière, d'autres matières colorantes sont recommandées comme jouissant de la propriété de résister assez longtemps à l'action de la lumière solaire

Évidemment c'est à des couleurs de cette sorte qu'il conviendra de donner toujours la préférence surtout pour des images colorées appelées à être longtemps exposées à la lumière du jour directe ou diffuse.

Pour des images à projeter qui ne sont que rarement exposées et pendant un court espace de temps à la lumière d'un arc électrique, la durée des colorations à base d'aniline ne fait pas question. Toutefois, si l'on a des couleurs stables, pouvant être employées aussi facilement que celles que nous avons indiquées, mieux vaudra toujours en faire usage à l'exclusion de toutes autres.

En ce qui concerne le celluloïd, il y a lieu de remarquer que ce composé manque parfois de stabilité; il est sujet à une décomposition spontanée de nature à altérer complètement les images auxquelles il sert de support. C'est pourquoi toute autre nature de support devra être choisie de préférence quand on le pourra.

Nous ne croyons pas utile de nous étendre davantage sur ce premier moyen, puisque l'on doit trouver dans le Chapitre ci-après la description d'un procédé complet, très étudié par ses auteurs, qui en tirent d'admirables résultats et qui a été rédigé dans le but d'être pratiquement utilisé par tous ceux qui voudront réaliser des épreuves en couleurs ayant les mêmes qualités.

CHAPITRE X.

PHOTOGRAPHIE DES COULEURS DE MM. AUGUSTE ET LOUIS LUMIÈRE.

Nous laissons ici la parole à MM. Auguste et Louis Lumière, ne pouvant faire mieux que de consacrer tout ce Chapitre à la reproduction textuelle de leur Communication faite à la *Société Française de Photographie*, le 5 avril 1901.

Les épreuves en couleurs que nous avons fait figurer à la Classe XII de l'Exposition universelle de 1900 et qui ont chaque soir été projetées dans la salle des Fêtes, devant un public considérable, ont attiré de très nombreuses questions relativement aux méthodes que nous avions employées pour produire ces résultats.

Pour répondre à ces demandes, nous nous proposons de publier les détails pratiques complets de notre procédé, de façon à permettre à tout expérimentateur quelque peu exercé d'obtenir des épreuves analogues.

Cette publication eût été faite depuis longtemps déjà si nous n'avions tenu à apporter aux manipulations tous les perfectionnements et les simplifications possibles, de façon à lui donner une portée pratique suffisante.

Avant de passer à l'examen de la solution de ce problème à laquelle nous avons été conduits, nous croyons utile d'en exposer les données principales.

Depuis plus de 30 ans que le principe de la méthode indirecte d'obtention de photographies en couleurs a été découvert par L. Ducos du Hauron et Charles Cros, beaucoup d'expérimentateurs se sont attachés à la résolution pratique de cette question; de très nombreuses publications s'y rattachant ont été faites, et, cependant, on avait pu bien rarement obtenir par cette méthode des photographies donnant, même d'une manière approximative, les colorations des objets qu'elles représentent.

On a, il est vrai, tiré quelque parti industriel de la chromotypogravure photographique, basée sur le même principe; mais, dans ce cas, la retouche des zincs joue un rôle considérable; la sélection photographique sert seulement de substratum au travail de retouche qui devient indispensable dans ce procédé, quelle que soit la perfection réalisée dans la sélection des couleurs : la transformation des demi-teintes continues en points, hachures, tailles, etc., fausse cette sélection et nécessite l'intervention de la retouche.

On peut se demander pour quels motifs l'intéressant principe de Cros et Ducos du Hauron est ainsi resté improductif ou fort peu productif pendant de si longues années.

La première cause, à notre avis, provient précisément de ce fait que les données multiples du problème n'ont pas été posées avec une netteté suffisante.

Avant de les résoudre, nous en exposerons donc aujourd'hui les principales difficultés.

L'obstacle principal que nous rencontrons dans cette étude provient de ce fait que la valeur relative des éléments importants de la question échappe à nos méthodes de mesure.

Comment déterminer, en effet, les temps de pose relatifs, l'intensité du développement des trois négatifs superposables qui doivent représenter l'image des radiations élémentaires, rouges, jaunes et bleues de l'original, avec une concordance absolument précise aussi bien dans les demi-teintes claires que dans les ombres de l'objet photographié?

Comment évaluer les temps d'exposition des positifs monochromes, leur développement, l'intensité de leur coloration?

Quels moyens seraient capables de préciser les relations étroites qui doivent exister entre ces différents facteurs, relations sans lesquelles le résultat, d'abord analytique dans l'obtention des négatifs, puis synthétique dans le tirage et la superposition des monochromes, se trouvera altéré?

Nous ne possédons pas actuellement, avec les ressources dont dispose la photographie, d'appareils et de procédés suffisamment perfectionnés pour établir expérimentalement les rapports exacts qui doivent lier ces éléments divers.

Cette considération nous a fait abandonner le mode opératoire que nous avions précédemment décrit (1).

Ces questions de temps de pose et d'intensité ne sont pas les seules importantes.

La superposition des trois monochromes sans aucune déformation et avec un repérage parfait, la concordance aussi complète que possible entre la sensibilité locale des plaques pour les diverses radiations, la teinte des écrans servant à la sélection, et la qualité de couleur des monochromes, la nécessité d'avoir des couleurs stables, etc., sont autant de difficultés accessoires qui doivent être résolues.

Nous rappellerons que l'obtention d'une épreuve en couleurs comporte trois groupes d'opérations :

1° La sélection des couleurs, c'est-à-dire la représentation, sur trois négatifs séparés, des radiations élémentaires rouges, jaunes et bleues réfléchies par l'objet; sorte d'analyse des couleurs;

2° Le tirage des trois monochromes positifs colorés respectivement en rouge, jaune et bleu, et correspondant aux négatifs;

---

(1) *Bulletin de la Société Française de Photographie*, 1898, p. 316.

3° La superposition de ces trois monochromes constituant la synthèse définitive des couleurs.

Nous allons exposer sommairement les considérations théoriques qui nous ont guidés dans ces trois parties de la question.

Dans un autre travail, nous décrirons la technique complète et toutes les manipulations qui ont découlé de ces considérations.

A. — Sélection des couleurs.

La sélection des couleurs dépend de deux facteurs principaux : la sensibilité locale des plaques et la couleur des écrans.

La grande variété des matières colorantes du commerce permet de faire varier à volonté la coloration des écrans; mais il en est autrement de la sensibilisation des plaques.

Jusqu'ici on n'est pas parvenu à préparer des émulsions au gélatino-bromure d'argent présentant à volonté un maximum de sensibilité pour telle ou telle région spectrale. Les propriétés propres du bromure d'argent ne peuvent être supprimées, et il faut se contenter d'un résultat approximatif.

Un certain nombre d'expérimentateurs ont proposé d'employer pour la sélection des plaques panchromatiques, c'est-à-dire autant que possible sensibles à toutes les radiations spectrales.

En utilisant ainsi une seule qualité de plaques pour l'obtention des trois négatifs, on simplifie les manipulations : mais cette simplification a lieu au détriment de la sélection.

Les écrans, en effet, laissent toujours passer une trop grande étendue spectrale, à moins, cependant, de faire usage d'écrans extrêmement colorés, ce qui a le grave inconvénient de nécessiter l'augmentation des temps de pose.

On conçoit que, si la plaque photographique présente un maximum de sensibilité pour les seuls rayons que

l'écran devrait laisser passer, on diminue l'importance des radiations accessoires et nuisibles qui traversent invariablement ledit écran.

Il fallait donc rejeter les plaques panchromatiques et s'attacher, au contraire, à préparer trois séries de plaques au gélatino-bromure d'argent présentant respectivement et spécialement une sensibilité aussi considérable que possible pour les radiations vertes, orangées et violettes, en réduisant au minimum la sensibilité pour les autres régions spectrales.

On sait que ces sortes de sensibilisations locales s'effectuent ordinairement en ajoutant certaines matières colorantes aux émulsions; or nous avons remarqué que les matières colorantes du commerce, préparées dans le but de la teinture, ne conviennent pas complètement à cette sensibilisation.

En nous basant sur des considérations théoriques qui sortiraient du cadre de cet exposé sommaire, et après plusieurs milliers d'essais spectro-photographiques, nous avons dû préparer des matières colorantes nouvelles mieux adaptées au but à atteindre.

Nous avons obtenu des tarréines, des succinéines, des saccharéines, etc., bromées ou iodées, de la résorcine et du métamidophénol, parmi lesquels nous avons choisi les sensibilisateurs remplissant les conditions requises.

Ces corps nouveaux correspondent aux éosines, érythrosines, rhodamines, etc., dans lesquelles nous avons remplacé l'acide phtalique par les acides tartrique, succinique, etc.

Lorsque ces trois sortes de préparations ont été obtenues, nous avons alors précisé l'intensité et la nature de la couleur des écrans en prenant pour base l'examen spectroscopique d'une part, la sensibilité locale des plaques d'autre part, de façon à corriger par les écrans les imperfections des préparations au gélatino-bromure d'argent et à faire tendre vers un même but ces deux éléments de la sélection des couleurs.

Nous avons pu produire ainsi trois négatifs repré-

sentant le spectre total partagé en trois régions dont chacune se trouve représentée par l'un de ces négatifs. Nous avons ainsi réalisé la sélection suffisamment approchée au point de vue pratique.

B. — Tirage des monochromes.

Nous avons fait remarquer, au début de ce travail, que la détermination précise des temps de pose, la mesure des intensités des négatifs aussi bien que celles des monochromes positifs, ne sont pas actuellement possibles avec une approximation suffisante.

Et, cependant, la photographie en couleurs n'est admissible que si l'on réalise la concordance parfaite des trois monochromes rouge, jaune et bleu, et cela dans toute la gamme des demi-teintes, depuis les ombres les plus foncées jusqu'aux clairs les plus délicats.

Le résultat d'emblée n'est donc pas encore actuellement possible.

Nous avons reconnu que la synthèse approchée ne pouvait être obtenue que par tâtonnements, et c'est pour cela que nous produisons sur des supports provisoires séparés les trois monochromes rouge, jaune et bleu, que nous soumettons à une ou plusieurs superpositions également provisoires grâce auxquelles on peut apprécier l'effet obtenu. Ces monochromes pouvant être ultérieurement affaiblis ou renforcés, il est possible d'arriver assez facilement de la sorte à un résultat final donnant avec une vérité assez grande la reproduction des couleurs de l'objet photographié.

Nous avons choisi dans notre méthode pour le tirage des monochromes le procédé « au charbon », dans lequel on met à profit la propriété de la gélatine bichromatée qui s'insolubilise sous l'influence de la lumière.

Jusqu'ici c'est ce procédé adapté aux conditions de notre problème qui nous a paru le mieux convenir, et c'est le seul qui réunisse les qualités suivantes :

a. Il peut donner des épreuves incolores très transpa-

rentes que l'on peut teinter ensuite avec des couleurs présentant la qualité, la stabilité, l'intensité que l'on désire;

b. Il permet d'augmenter ou de diminuer l'intensité des images.

Par contre, le procédé ordinaire ne convient pas et doit être modifié pour les raisons suivantes:

a. La couche sensible se laisse pénétrer trop profondément par la lumière, ce qui fournit des monochromes dont le relief, trop considérable, est un obstacle à la convenable superposition ultérieure des trois images élémentaires.

Nous avons remédié à ce défaut en introduisant dans les préparations gélatinées une matière colorante inactinique empêchant la pénétration des rayons lumineux dans l'épaisseur de la couche sensible. Cette matière colorante doit en outre présenter les qualités suivantes : elle doit pouvoir être facilement éliminée par lavage; après développement elle ne doit donc se fixer ni sur la gélatine ordinaire, ni sur la gélatine chromée; elle doit, en outre, être sans action sur les bichromates alcalins.

Après avoir essayé dans ce but plusieurs centaines de couleurs, nous n'avons trouvé pour remplir ces conditions que le rouge-cochenille résultant de l'action de l'acide naphtionique sur l'acide β-naphtol disulfonique.

b. Un autre inconvénient de la méthode à la gélatine bichromatée est la rapide altération des préparations et leur variation de sensibilité qui augmente d'heure en heure.

Cette variation de sensibilité est un obstacle à la régularité du tirage des monochromes; la durée d'impression étant modifiée d'une épreuve à l'autre, il devient impossible de produire des séries d'images aussi identiques que possible, sans lesquelles les dominantes colorées apparaissent finalement dans les résultats.

Après avoir essayé méthodiquement de nombreuses substances dans le but d'augmenter la conservation des préparations aux mucilages bichromatés, nous nous

sommes arrêtés à l'emploi du citrate de sodium bimétallique, qui nous a paru atteindre le mieux le but proposé.

c. La stabilité des couleurs constituait encore une grosse difficulté du problème.

Notre mode opératoire consistant à colorer après coup des reliefs en gélatine chromée dans des bains de teinture jusqu'à ce que les images présentent l'intensité convenable, il a fallu rechercher expérimentalement des matières colorantes réunissant les avantages suivants :

1° Stabilité des couleurs à la lumière;

2° Fixation sur la gélatine bichromatée insolubilisée;

3° Possibilité d'augmenter ou de diminuer l'intensité des monochromes par des traitements appropriés ;

4° Qualité des couleurs s'accordant entre elles de façon à comprendre toutes les régions spectrales et s'accordant également avec la couleur des écrans et la sensibilité locale des plaques.

Après de très nombreux essais, nous avons rencontré ces avantages dans les matières colorantes suivantes : bleu pur diamine, érythrosinate de cuivre et chrysophénine.

d. Enfin les trois monochromes doivent présenter des dimensions absolument égales pour permettre l'exacte superposition définitive.

Cette condition a été réalisée par l'emploi, comme support provisoire de la gélatine bichromatée, d'un papier spécial inextensible obtenu en étendant sur le papier baryté du commerce une couche de vernis constituée par une solution alcoolique de résine.

Ce traitement est fort délicat parce qu'il faut laisser au papier une perméabilité suffisante pour permettre le développement de l'image au travers de son support.

C. — Superposition des monochromes et synthèse des couleurs.

Nous avons réalisé l'exacte superposition en produisant les trois monochromes sur des verres servant de support

provisoire et préalablement talqués et collodionnés de façon à permettre ultérieurement le décollement de la pellicule de gélatine colorée.

Le papier indéformable qui a servi au tirage des monochromes trouve ici encore son emploi. C'est en l'utilisant provisoirement et successivement comme substratum des monochromes que l'on arrive à la superposition des images. A cet effet, ce papier est collé sur le monochrome jaune à l'aide d'une solution de gélatine; après séchage, il est décollé du verre et entraîne avec lui l'image représentant les radiations jaunes de l'objet photographié; il est alors appliqué et collé à la gélatine sur le monochrome bleu en amenant les points correspondants de l'image à la coïncidence; après nouveau séchage, ce papier est de nouveau décollé du verre qui servait de support provisoire au monochrome bleu; il porte donc à ce moment les monochromes jaune et bleu superposés; la même opération est encore répétée pour le monochrome rouge. Il ne reste plus alors, après collage de cette épreuve ainsi produite sur le verre, qui doit le recevoir définitivement, qu'à décoller à l'eau chaude le papier qui a provisoirement servi de support.

Dans l'exposé que nous venons de faire des difficultés du problème et de l'orientation que nous avons cru devoir prendre pour sa résolution, nous avons supposé connus le principe général du procédé ainsi que les méthodes photographiques ordinaires.

Il nous reste maintenant à décrire la technique proprement dite avec tous les détails de manipulations qui se rapportent à l'obtention d'une épreuve en couleurs.

Obtention des négatifs.

Les chambres noires imaginées jusqu'ici en vue de l'obtention de négatifs pour la photographie en couleurs sont assez nombreuses, et leur des-

cription nous entraînerait à des développements qui sortiraient du but que nous nous sommes proposé, notre programme consistant simplement à décrire la méthode que nous avons instituée et à en donner les détails suffisants, pour permettre aux opérateurs familiarisés avec les manipulations photographiques ordinaires, de produire des épreuves en couleurs analogues à celles que nous obtenons couramment dans nos laboratoires.

Nous rappellerons cependant que l'on peut utiliser, pour l'objet qui nous occupe, un appareil quelconque à la condition d'y adapter des écrans convenables et de pouvoir changer lesdits écrans, sans déplacer l'appareil et sans perdre de temps, de manière à ne pas augmenter la durée totale de la pose.

On peut, à cet effet, monter les trois écrans à la suite l'un de l'autre, sur un châssis *ad hoc* glissant dans une coulisse que l'on fait facilement établir en arrière de l'objectif.

L'obtention de la série de trois négatifs correspondant aux radiations élémentaires nécessaires pour représenter les couleurs du sujet photographié comprend les opérations suivantes :

1° Préparation des écrans;
2° Détermination des temps de pose;
3° Développement et achèvement des négatifs.

Nous décrirons successivement ces trois classes de manipulations.

I. *Préparation des écrans.* — De nombreux auteurs ont préconisé l'emploi, comme écrans, de solutions colorées renfermées dans des cuves en glaces à faces parallèles. Les filtres ainsi constitués présentent théoriquement le maximum d'avantages et principalement celui de permettre de graduer d'une manière très précise la qualité et l'intensité de leur coloration. Mais, dans la pratique, leur emploi n'est pas sans inconvénients : ils sont fragiles, encombrants, difficiles à mettre en place et à substituer l'un à l'autre au moment de la triple exposition.

Nous avons donc abandonné ces écrans et utilisé, dans la sélection des couleurs, des couches de gélatine colorée qui sont préparées de la façon suivante :

Des glaces à faces parallèles de 2^{mm} d'épaisseur et très propres sont recouvertes d'une couche d'une solution à 10 pour 100 de gélatine, aussi parfaitement filtrée que possible; après avoir versé environ 5^{cm^3} de solution de gélatine pour chaque glace de 10^{cm} de côté, on fait prendre en gelée sur une table horizontale refroidie et l'on fait sécher ces couches de gélatine à l'abri de la poussière.

Les teintures qui servent à préparer les écrans sont obtenues à l'aide des matières colorantes suivantes dont nous indiquons les constitutions afin d'éviter toute erreur :

1° Bleu de méthylène nouveau N (n° 426 de la Table du Traité de matières colorantes de Seyewetz et Sisley). $C^{18}H^{22}N^{3}SCl$. Cette substance est le chlorozincate du diéthylparamidocrésylthiazine (Cassella);

2° Jaune auramine G. $C^{17}H^{22}N^{3}Cl$ (n° 292) Chlorhydrine de l'amidodiméthylparadiamido-orthodicrésylméthane (Badische anilin und soda fabrik);

3° Jaune métanlie $C^{18}H^{14}N^{3}SO^{3}Na$ (n° 29) Phénylamidoazobenzène métasulfonate de sodium (E. Hepp et K. Oehler);

4° Erythrosine $C^{20}H^{6}I^{4}O^{5}Na^{2}$. Tétraiodofluorescéine (sel de sodium) (Nœlting).

Les bains de teinture sont alors constitués par des mélanges dans les proportions indiquées ci-dessous des solutions de ces matières colorantes :

BAIN VERT.

Solution de bleu de méthylène N à $\frac{1}{2}$ pour 100.	5^{cm^3}
» d'auramine G. à $\frac{1}{2}$ pour 100.	30^{cm^3}

BAIN BLEU VIOLET.

Solution de bleu de méthylène à $\frac{1}{2}$ pour 100..	20^{cm^3}
Eau	20^{cm^3}

BAIN ORANGÉ.

Solution d'érythrosine à $\frac{1}{2}$ pour 100.....	18^{cm^3}
Solution de jaune métanile saturée à 15°.....	20^{cm^3}

Les glaces gélatinées dont nous avons indiqué la préparation sont immergées dans ces bains de

teinture, préalablement filtrés et amenés à la température de 20°. Les bains doivent être constamment agités pendant la teinture; après 5 minutes d'immersion, les glaces sont retirées, lavées sommairement pour éliminer l'excès de solution colorante, et mises à sécher.

Pour arriver à l'intensité de couleur qui convient et afin d'assurer la conservation des écrans, les glaces teintes sont collées deux à deux, couche contre couche, au moyen d'une solution concentrée et visqueuse de baume du Canada dans le chloroforme.

L'examen spectroscopique des écrans a permis de construire les courbes suivantes. Ces courbes représentent la lumière qu'ils transmettent lorsqu'on les examine par transparence.

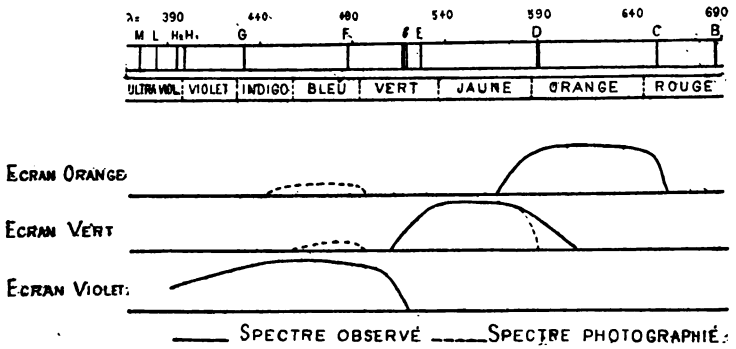
Les courbes figurées en traits pleins correspondent à ce que l'œil perçoit dans l'examen spectroscopique; celles qui sont en pointillés représentent l'image spectro-photographique obtenue au moyen des écrans et des plaques photographiques correspondantes.

On peut constater que la sélection réalisée dans les conditions que nous avons adoptées n'est pas rigoureusement exacte; il eût été cependant possible de préciser davantage le tirage des couleurs; mais ce résultat n'eût été obtenu qu'au prix de complications tendant à rendre le procédé moins pratique; il eût fallu, par exemple, employer des

écrans liquides très foncés, nécessitant par conséquent l'augmentation de la durée de pose déjà si longue.

D'ailleurs, à partir des limites auxquelles nous nous sommes arrêtés, on gagne très peu en pré-

Fig. 79.



cisant la sélection; l'erreur que l'on commet est pratiquement négligeable, non seulement parce qu'elle est très faible en valeur absolue, mais aussi parce qu'on peut la considérer comme nulle lorsqu'on la compare à celles qui résultent des variations des temps d'exposition et des intensités, aussi bien des négatifs que des positifs.

II. *Détermination des temps de pose. Exposition des plaques.* — La détermination des temps de pose, si délicate déjà lorsqu'il s'agit de photographie

ordinaire, devient encore plus difficile dans le cas qui nous occupe.

Il faut tenir compte en effet, dans cette appréciation, d'éléments nouveaux, tels que l'interposition des écrans bleu, violet, vert et orangé, et l'emploi de trois séries de plaques photographiques, possédant des propriétés différentes.

Quel que soit le soin apporté à la confection des écrans, il n'est pas possible de les obtenir possédant toujours exactement la même valeur et la même intensité ; on ne peut donc pas indiquer des rapports fixes de temps de pose qui pourraient être adoptés dans tous les cas.

On se trouve par conséquent dans l'obligation de déterminer, par tâtonnement, les temps de pose relatifs pour chaque série d'écrans.

Il faut généralement poser dix ou douze fois plus avec les écrans orangé et vert qu'avec l'écran bleu violet. Nous indiquons ce chiffre simplement comme premier point de repère, le rapport précis étant variable et devant être déterminé spécialement une fois pour toutes pour chaque série d'écrans.

Les plaques photographiques que nous utilisons et qui remplissent les conditions indiquées dans notre première Communication [1] sont

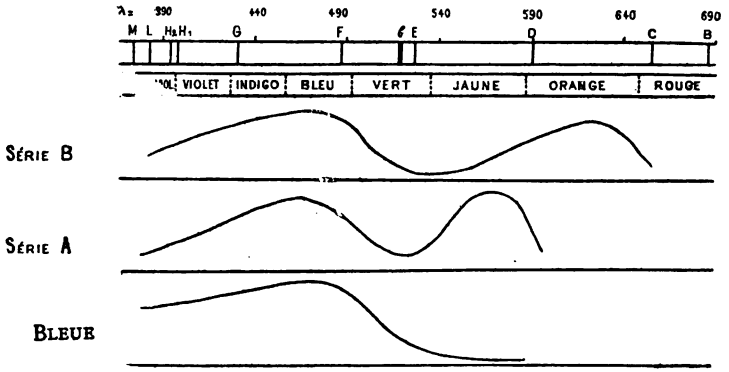
---

[1] *Bulletin de la Société française de photographie*, avril 1901, p. 204.

celles de notre fabrication et que l'on trouve dans le commerce sous le nom de plaques orthochromatiques série A, sensibles au vert, série B, sensibles au rouge et à l'orangé, et plaques dites *étiquette bleue,* sensibles au bleu et au violet.

Nous représentons par les courbes ci-après

Fig. 80.



l'action des différentes régions spectrales sur ces trois séries de plaques.

Les plaques séries A doivent être manipulées et développées à la lumière rouge; pour les deux autres séries, le laboratoire doit être éclairé par la lumière verte.

Lorsqu'on a déterminé empiriquement une fois pour toutes les rapports des temps d'exposition pour les écrans que l'on a choisis, et que l'on a apprécié les temps de pose, suivant l'objet à pho-

tographier, l'éclairage, les constantes de l'objectif, etc., on procède à l'exposition des trois plaques.

Il convient, pour cette manipulation, de tenir le plus grand compte des remarques suivantes :

1° La chambre noire doit être très solidement fixée de façon à ne pas subir de déplacement au moment de la substitution des plaques et des écrans correspondants;

2° Nous rappelons que l'écran bleu violet doit être employé avec la plaque ordinaire étiquette bleue, l'écran vert avec la plaque série A et l'écran orangé avec la plaque série B;

3° Si l'on a à redouter le déplacement de l'objet ou la variation de l'éclairage, comme c'est le cas dans la photographie d'un paysage ensoleillé, il est important d'effectuer aussi rapidement que possible les trois opérations et de ne pas perdre de temps pour le changement des plaques et des écrans;

4° Il faut éviter le halo avec le plus grand soin. Si ce phénomène accessoire se produisait, ce ne serait pas avec la même intensité sur les trois négatifs, et il en résulterait inévitablement des dominantes colorées qui viendraient fausser le résultat de la synthèse définitive.

Les plaques anti-halo avec sous-couche colorée ne conviennent pas pour la photographie des couleurs, parce que la sous-couche ne disparaît pas

toujours d'une façon complète, laisse fréquemment des marbrures, zones, traînées, sans importance dans la photographie ordinaire, mais suffisantes pour altérer, dans la méthode qui nous occupe, les couleurs de l'épreuve finale.

Pour diminuer autant que possible l'influence de ce phénomène, nous choisissons des plaques à couche épaisse, dont nous enduisons le dos d'un collodion dont la composition est la suivante :

Collodion à 1,5 pour 100, saturé de
Chrysoïdine, c'est-à-dire environ 20g par litre.

On enlève facilement ce collodion avant le développement au moyen d'un tampon de coton imbibé d'un mélange d'alcool et d'éther.

III. *Développement et achèvement des négatifs.* — Nous rappelons que le développement des négatifs s'effectue à la lumière rouge pour les plaques série A, et à la lumière verte pour les séries B et pour les plaques ordinaires. Les plus grandes précautions doivent être prises pour éviter les voiles, qui se traduiraient par des dominantes colorées dans le résultat synthétique.

Les révélateurs qui conviennent sont ceux qui fournissent des négatifs doux, sans empâtement des demi-teintes.

Les clichés durs doivent être rejetés; c'est le développateur au diamidophénol qui paraît réunir le mieux les conditions requises.

Les arrêts de développement même très faibles, les marbrures provenant du manque d'agitation du bain, les irrégularités d'intensité dues à l'emploi d'un révélateur trop concentré n'agissant pas sur toute la surface de la plaque au même moment, ou de l'addition d'un produit pendant cette opération sans assurer l'homogénéité parfaite de la solution, en un mot tout ce qui peut compromettre la parfaite régularité du développement et son action uniforme sur tous les points de la plaque doit être évité soigneusement, sous peine de retrouver, dans l'épreuve finale, la trace colorée de défauts que la photographie monochrome laisse passer inaperçus.

C'est pour ces motifs que, dans les cas où les négatifs doivent être affaiblis ou renforcés, ces manipulations seront effectuées au moyen de réactifs très dilués, agissant très nettement et très régulièrement.

Et même en prenant ces précautions nous avons remarqué que l'on devait réduire au minimum ces opérations accessoires qui sont souvent, malgré tous les soins, les causes de zones colorées du plus mauvais effet.

Lorsqu'on devra néanmoins faire subir ces traitements, on emploiera les formules suivantes, sans omettre l'agitation des bains, pendant toute la durée de leur action :

RENFORÇATEUR.

Eau	200g
Sulfite de soude anhydre	10g
Iodure mercurique	1g

AFFAIBLISSEUR.

Eau	100g
Solution de l'affaiblisseur au peroxyde de cérium	5g

Le régime du séchage des négatifs après leur lavage complet ne doit pas être changé; c'est-à-dire qu'au cours de cette dernière opération, la température, le degré hygrométrique, l'aération du laboratoire dans lequel le séchage a lieu ne doivent pas être modifiés.

Lorsque les clichés sont bien secs, on les encadre en collant parallèlement aux bords de petites bandelettes découpées dans du papier noir bien opaque ou dans des feuilles d'étain minces, de façon à former la réserve indispensable qu'exigent les méthodes se rattachant au procédé dit *au charbon*.

Les retouches sur les négatifs ne doivent porter qne sur les accidents, tels que : trous, piqûres provenant de poussières, rayures, etc., et doivent être réduites au minimum.

Tirage des monochromes. Leur superposition.

Cette dernière partie comprend :

1° La préparation des papiers sensibles ;

2° Le tirage des monochromes et leur développement;

3° La coloration de ces monochromes ;

4° Leur superposition et l'achèvement de l'épreuve ;

A. — Préparation des papiers sensibles.

La préparation des couches sensibles destinées au tirage des monochromes présente quelques difficultés. L'uniformité de l'épaisseur de la couche, l'inextensibilité du papier qui la supporte, la parfaite régularité du séchage constituent les points les plus délicats de cette manipulation.

Nous réalisons ces différentes conditions en opérant de la manière suivante :

Des plaques de verre planes et parfaitement propres sont légèrement enduites de talc, puis frottées au moyen d'un tampon de coton hydrophile, jusqu'à ce qu'il ne reste plus de particules visibles de cette substance.

Les bords de la plaque talquée sont ensuite recouverts de la solution suivante :

Benzine cristallisable.....	1000
Caoutchouc pour dissolution.....	15

Cette solution est passée au pinceau, de façon à former tout autour de la plaque une bande de quelques millimètres de largeur.

Lorsque le caoutchouc est sec, on recouvre la

plaque d'un collodion composé comme suit :

Alcool	500
Éther	625
Coton-poudre	12,5
Huile de ricin	3

Après séchage du collodion, on applique sur la plaque ainsi préparée une feuille de beau papier couché découpée à la dimension de la plaque. A cet effet, la lame de verre et le papier sont placés dans une cuvette contenant une solution de gélatine à 7 pour 100, amenée à la température de 50° environ.

Le côté baryté du papier est mis en contact avec le verre collodionné. L'excès de gélatine est enfin éliminé à l'aide d'une raclette, puis le tout est mis à sécher.

On recouvre enfin le papier du vernis suivant :

Alcool	50
Vernis blanc A (Sœhnée)	50

Après 12 heures de séchage à la température ordinaire, le support ainsi préparé est prêt à recevoir la couche sensible dont voici la composition :

Eau	1000
Gélatine pour émulsion	120
Colle forte (Coignet)	120
Bichromate d'ammoniaque	60
Citrate de potasse bimétallique, solution à 25 pour 100	40 cm³
Rouge cochenille	1 g
Alcool	200

Pour préparer ce mélange, on met la gélatine et la colle à gonfler 12 heures à l'avance; on fait dissoudre au bain-marie de 50° à 60°, puis on laisse refroidir à 35°, et l'on ajoute successivement et en agitant le bichromate d'ammoniaque, le citrate de potasse, le rouge cochenille et enfin par petites portions l'alcool; on filtre sur une étoffe fine, puis on étend cette substance sensible sur les plaques recouvertes de papier préparées comme il a été expliqué plus haut; il faut environ 5^{cm^3} du mélange pour une surface de $13^{cm} \times 18^{cm}$.

Les plaques ainsi recouvertes de la solution gélatineuse sont mises sur une table de marbre ou de verre bien horizontale et refroidie au moyen de glace. Lorsque la couche est prise en gelée, elles sont mises à sécher dans une étuve, obscure et bien ventilée, dont la température ne doit pas excéder 20°.

La température, le degré hygrométrique de l'air, en un mot le régime du séchage doivent être parfaitement constants pendant toute la durée de la dessiccation, qui ne doit pas excéder douze heures.

Ce séchage est fort délicat, toute variation pouvant modifier la sensibilité des différentes régions d'une même couche, et toute variation de sensibilité se traduisant, dans le résultat final, par des zones colorées inacceptables.

Toutes les précautions prises pour le séchage des papiers au charbon doivent ici être également

observées, et plus rigoureusement encore que pour les méthodes habituelles.

Après séchage, les papiers sensibles sont décollés des verres qui leur servaient de supports provisoires.

B. — Tirage, développement et coloration des monochromes.

Exposition. — L'exposition des papiers sensibles sous les négatifs s'effectue comme s'il s'agissait de papier au charbon ordinaire. L'image n'étant pas visible pendant le tirage, il faut faire usage de photomètres, et les précautions à prendre au cours de cette opération sont identiques à celles que nécessitent les procédés déjà connus.

Report. — Lorsque l'impression est terminée, on procède au report de l'image et à son développement. A cet effet, on a préparé d'avance des plaques de verre bien nettoyées, talquées et collodionnées comme il a été expliqué au début de la présente note, puis enduites d'une couche de solution étendue de caoutchouc dans la benzine (7,5 pour 1000).

Cette couche étant sèche, l'épreuve sur papier et la plaque de verre qui doit la recevoir sont immergées pendant 15 à 20 secondes dans une cuvette remplie d'eau glacée; la surface sensibilisée est mise en contact avec la couche de

caoutchouc et l'excès d'eau enlevé au moyen d'une raclette ; le report est effectué en somme comme pour les épreuves au charbon.

Développement. — Avant le développement, le report est mis sous presse entre deux verres pendant 5 minutes, puis plongé dans l'eau froide pendant deux heures pour permettre à la couche de gélatine de se gonfler bien uniformément.

Pour développer, l'image est plongée dans l'eau à 38° pendant une demi-heure ; le papier qui servait de premier support se détache alors facilement, la couche se décolore complètement et le dépouillement de l'image a lieu en un quart d'heure environ et s'effectue d'après les procédés connus. Lorsque toute la gélatine restée soluble est bien dissoute par l'eau chaude, il ne reste plus sur le verre qu'une image incolore présentant un léger relief constitué par de la gélatine insolubilisée.

On lave alors à l'eau froide, puis on passe la plaque à l'alcool pendant 5 minutes et l'on met à sécher.

Coloration. — Les images incolores constituées par des reliefs en gélatine sont immergées dans des bains de teinture respectivement rouge, jaune et bleu. Il faut avoir soin de ne pas con-

fondre les monochromes et de marquer ou de séparer les épreuves imprimées sous les trois négatifs, de façon à colorer dans le bain rouge l'image provenant du négatif (série A) obtenu avec l'écran vert; dans le bain bleu, celle qui correspond au négatif (série B) produit à l'aide de l'écran orangé; dans le bain jaune, celle qui se rapporte au cliché pour lequel on a employé l'écran violet.

La composition des bains de teinture est la suivante :

Bain rouge	Eau	1000
	Solution à 3 pour 100 d'érythrosine J.	25
Bain bleu	Eau	1000
	Solution de bleu pur diamine F à 3 pour 100	50
	Solution de colle forte à 15 pour 100.	70
Bain jaune	Eau	1000
	Chrysophénine G	4
	Faire dissoudre à 70 et ajouter alcool.	200

Nous précisons ci-dessous la composition et la provenance des matières colorantes indiquées dans ces formules :

Erythrosine J. $C^{20}H^{6}I^{4}O^{5}Na^{2}$ Tétraiodofluoresséine. Badische Anilin und Soda Fabrik, n° 398 de la table des matières colorantes du Traité de Seyewetz et Sisley.

Bleu pur diamine FF $C^{34}H^{24}Az^{6}S^{4}O^{16}Na^{4}$ diméthoxydiphényle-bisazoamidonaphtoltétra-sulfo-

nate de sodium amidonaphtol, n° 192. Table de Seyewetz et Sisley-Cassella. Chrysophénine G. — $C^{30}H^{26}Az^4S^3O^8Na^2$ Stilbène disulfonate de sodium biazobiphénetol, Léonhardt et Cie, n° 207, table de Seyewetz et Sisley.

La coloration des monochromes s'effectuant à la température ordinaire exige environ 12 heures d'immersion dans ces bains pour être complète.

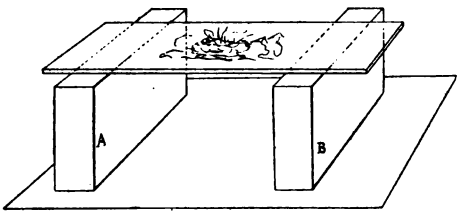
Après coloration, les plaques sont sommairement lavées à l'eau froide pour enlever l'excès du bain de teinture. Les monochromes jaunes sont mis à sécher, sans autre précaution, tandis que les rouges et les bleus sont préalablement immergés dans une solution de sulfate de cuivre à 5 pour 100, puis rincés de nouveau.

C. — Superposition des monochromes.

1° *Superposition provisoire.* — Avant de réaliser la superposition définitive des trois pellicules colorées, provisoirement fixées sur verre, on procède à un premier essai. Pour cela deux morceaux de bois prismatiques A et B sont disposés parallèlement sur une feuille de papier blanc et à une distance inférieure à la longueur des plaques portant les monochromes. On place alors sur ces morceaux de bois, d'abord le verre portant le monochrome jaune, puis celui qui supporte le monochrome bleu, que l'on fait alors glisser dou-

cement sur le premier, en évitant de rayer les couches de gélatine, jusqu'à ce que les images coïncident. Puis, avec précaution et sans déranger la position relative des deux premiers verres placés, on applique le verre portant le mono-

Fig. 81.



chrome rouge, puis on amène de la même manière la troisième image à coïncider avec les deux autres.

La superposition ainsi réalisée doit être examinée bien perpendiculairement à la surface de l'épreuve et elle n'est qu'approchée à cause de l'épaisseur des verres interposés, mais elle est cependant suffisante pour juger de la synthèse.

2° *Correction.* — Quelles que soient les précautions prises, la représentation des couleurs est rarement suffisamment approchée; il faut par conséquent corriger les monochromes. Les corrections peuvent être générales ou locales.

On peut facilement augmenter l'intensité d'une ou deux des images en les immergeant de nouveau dans les bains de teinture.

Par exemple, si la superposition provisoire montre que l'épreuve résultante est trop verte, on renforcera le monochrome rouge.

On peut aussi affaiblir les monochromes; les intensités du jaune et du rouge peuvent être diminuées par simple lavage à l'eau plus ou moins prolongé.

Quant au bleu, il résiste à l'eau froide, chaude, aux acides et aux dissolvants organiques; nous n'avons trouvé qu'un seul moyen de décolorer ce monochrome; le bleu pur diamine fixé sur la gélatine chromée insolubilisée, qui offre une telle résistance à tous les dissolvants ordinaires, présente cette singulière propriété de dégorger avec une facilité extrême lorsqu'on le plonge dans de l'eau contenant une faible proportion de gélatine ou, mieux, de colle forte (1 pour 100 ou même 0,5 pour 100).

La superposition provisoire peut aussi faire ressortir des zones colorées d'un mauvais effet; ces irrégularités peuvent aussi être corrigées dans certaines limites; pour cela on fixe avec des pinces en bois (dites *pinces de blanchisseuses*) l'ensemble des trois épreuves sur verre, disposées comme il a été indiqué, en prenant la précaution de commencer la superposition provisoire par le monochrome qui doit être corrigé, et en plaçant la couche de ce monochrome en dessous.

Il est facile alors, au moyen d'un pinceau

imbibé d'eau, de laver et d'affaiblir les régions trop colorées.

Étant données les propriétés des couleurs employées, ces corrections partielles ne peuvent pas porter sur les trois images. Le rouge peut être affaibli à l'eau pure si la correction doit être faible, ou à l'eau ammoniacale à 5 pour 100 si l'intensité doit être fortement diminuée; il peut être renforcé à l'aide d'une solution plus ou moins concentrée d'érythrosine.

Le jaune peut être affaibli à l'eau pure, mais non renforcé localement au pinceau, à cause de la lenteur avec laquelle la solution saturée de chrysophénine se fixe sur la gélatine insolubilisée.

Quant au bleu, la fixation lente de la couleur et la résistance aux dissolvants s'opposent à l'emploi du pinceau pour les retouches locales qui ne doivent porter que sur le rouge et le jaune.

3° *Superposition définitive.* — Lorsque l'essai préalable a montré la complète concordance des monochromes et que le rouge et le bleu ont été de nouveau, après correction, passés au sulfate de cuivre et séchés, on recouvre la surface des trois images de la solution de caoutchouc à 1,5 pour 100 dans la benzine, puis, après séchage, de collodion à 1 pour 100.

Pour coller les pellicules l'une sur l'autre, on utilise un support provisoire constitué par le

papier, dont le mode d'obtention a été décrit à propos de la préparation des papiers sensibles.

Ce papier est appliqué sur le monochrome jaune et collé avec la solution suivante :

Eau	1000
Colle forte	150

Après séchage complet, on décolle le papier, qui entraîne avec lui la pellicule jaune, puis on l'applique ensuite sur le monochrome bleu, en faisant usage du mélange suivant :

Eau	1000
Gélatine dure	120
Glycérine	50

Cette solution chaude est mise dans une cuvette, dans laquelle on plonge le monochrome bleu sur verre, puis le papier portant la pellicule jaune; on fait glisser le papier sur le verre jusqu'à ce que les deux images se superposent exactement; l'excès de solution est enlevé à la raclette. Lorsque le papier est entièrement sec, on le décolle de nouveau du verre; ce papier entraîne la pellicule correspondant au monochrome bleu, et il porte alors les deux premières pellicules jaune et bleue superposées.

On répète la même opération, qui consiste à coller l'image jaune et bleue sur le verre à la surface duquel on a obtenu le monochrome rouge.

On utilise la même solution de gélatine glycérinée; on réalise la superposition de la même

manière, on enlève l'excès de liquide à la raclette et l'on fait sécher.

On décolle enfin le papier sur lequel on a l'image complète avec toutes ses couleurs.

Cette épreuve sur papier peut être en dernier lieu reportée sur verre pour être examinée par transparence ; il suffit pour cela de coller l'épreuve sur un verre bien propre, toujours avec la même solution de gélatine glycérinée.

Le premier report de la pellicule jaune ayant été fait non à la gélatine, mais à la colle forte, beaucoup plus soluble, il est facile d'enlever le papier à l'eau tiède lorsque l'ensemble des trois images superposées se trouve définitivement fixé sur le verre qui lui sert de dernier support.

Les images sur papier exigent des monochromes beaucoup plus faibles ; les moindres erreurs produisent facilement des plages colorées, irrégulières ; au contraire, si la photographie en couleurs doit être vue par transparence, les monochromes doivent être intenses, et les irrégularités ont une importance relative moindre. Les manipulations sont donc dans ce dernier cas un peu moins délicates.

En prenant toutes les précautions indiquées, les épreuves en couleurs produites, sans avoir une inaltérabilité absolue, peuvent cependant rester exposées à la lumière diffuse pendant plusieurs années, sans présenter d'altération appréciable.

CHAPITRE XI.

REPRODUCTIONS EN COULEURS AVEC DES PIGMENTS COLORÉS SOLIDES.

Cette méthode constitue un moyen d'impression d'épreuves trichromes sur papier, visibles par réflexion.

Dès le début de la publication de ses suggestions, M. Ducos du Hauron avait créé des spécimens dénommés *héliochromie transparente* et dont on trouvait des exemplaires chez M. Marion.

C'étaient des épreuves *au charbon* imprimées sur trois feuilles de mica, l'une jaune, l'autre bleue et l'autre pourpre, superposées, le tout enfermé entre deux lames de verre.

Nous eûmes alors en main plusieurs de ces épreuves, et l'idée nous vint de les imprimer sur papier; dans ce but, nous écrivîmes à M. Ducos du Hauron pour qu'il voulût bien nous confier trois de ses négatifs sélectionnés; il eut l'obligeance de nous envoyer des clichés sur papier ciré.

Quelques jours après, nous lui fîmes l'envoi

d'*une épreuve formée de trois monochromes reportés avec repérage sur la même feuille de papier.*

Ce fut, pensons-nous, la première épreuve de ce genre visible par réflexion, produite en France par la méthode de la photographie trichrome.

Les mixtions de gélatine colorée par des pigments jaunes, rouges et bleus étaient alors préparées par la maison Marion, mais dans un tout autre but.

Depuis, cette même méthode, avec des mixtions de même sorte, a été employée par divers opérateurs. C'est celle qui permet de faire des impressions trichromes présentant les plus grandes dimensions.

Malheureusement les mixtions à pigments colorés solides (ou autrement dit matières pulvérulentes, mélangées à la gélatine) ne possèdent pas la transparence de la gélatine colorée par voie de teinture; aussi ne peut-on, par cette méthode, réaliser des effets aussi complets. Pourtant on obtient quand même d'assez bons résultats.

L'opération demeure à peu près semblable à celle qui a été décrite dans le Chapitre VIII, mais avec cette différence que chacun des trois monochromes, étant développé sur un support rigide, le verre talqué, est reporté, avec un repérage aussi parfait que possible, sur la feuille de papier blanc destinée à recevoir successivement les trois

monochromes dans l'ordre suivant : jaune, bleu et rouge.

Les papiers mixtionnés doivent toujours être employés dans le même sens pour les trois monochromes d'un même *chromogramme*, c'est-à-dire tous les trois pris sur la longueur ou sur la largeur.

Afin d'éviter les erreurs de sens qui auraient pour conséquence l'impossibilité absolue d'un repérage exact, on doit, au préalable, rayer le dos du papier dans l'un ou l'autre des deux sens, par exemple toujours sur la longueur.

On aura donc soin, le papier une fois débité, d'appliquer toujours sous les négatifs le papier ayant les lignes dans la même direction par rapport au négatif, soit en long, soit en travers du prototype.

Le développement, le séchage, doivent également s'opérer dans des conditions identiques, autant que possible.

Chaque monochrome, une fois terminé à la surface de la plaque de verre talqué qui lui sert de support provisoire, est recouvert d'une couche de gélatine bien filtrée maintenue bien fluide à la température constante d'environ 30° à 35° (solution à 12 pour 100) ; on se borne à la faire couler sur la plaque, comme quand on collodionne.

La feuille de papier qui doit porter l'épreuve richrome est également gélatinée de la même

façon ; on laisse sécher, et le transfert peut alors être commencé. Le papier gélatiné et le monochrome du jaune sont mis dans de l'eau filtrée et sortis l'un contre l'autre, gélatine contre gélatine, puis passés à la racle sur du buvard. Il faut éviter absolument les bulles d'air.

On laisse sécher, puis on sépare le papier du support, qu'il abandonne en retenant l'épreuve jaune.

On passe sur cette épreuve une couche de gélatine comme précédemment, puis on opère le transfert du monochrome bleu, et enfin celui du rouge.

L'application des deux derniers monochromes exige la plus grande attention pour que le repérage soit aussi exact que possible.

L'épreuve ainsi montée peut être terminée par une couche de vernis à tableau passée à sa surface, et elle peut ensuite être appliquée sur un support plus solide, comme de la carte ou de la toile à tableau.

C'est là un procédé propre à la production d'un nombre restreint d'exemplaires d'un même sujet. Il est d'ailleurs assez difficile de les obtenir tous bien égaux entre eux ; il est donc plutôt réservé à la production de l'épreuve *unique* qu'à des copies multiples.

Nous ne saurions indiquer les maisons produisant les mixtions colorées *ad hoc*. Il peut y en

avoir ; mais, à défaut de l'existence d'une production industrielle de cette sorte, on peut préparer soi-même avec les matières colorantes les plus convenables les feuilles dont on a besoin.

Le point important est d'user d'une gélatine très soluble à chaud et de matières colorantes inertes à l'égard de la gélatine en présence du bichromate.

Il faudra donc se livrer à des essais préalables avant d'entreprendre cette préparation.

Parmi les couleurs moites à l'eau que l'on fabrique actuellement, on trouvera facilement les trois couleurs voulues, jaune, bleu et rouge.

Bien qu'il soit possible d'arriver par ce moyen à produire des œuvres intéressantes, nous estimons que l'absence de transparence des mixtions employées sera toujours un obstacle à un succès complet; il faut donc s'attacher à produire des mixtions aussi transparentes que possible, c'est-à-dire rivalisant avec la translucidité propre aux teintures.

C'est plutôt œuvre de patience et même d'habileté; quelques amateurs peuvent trouver là un moyen de passer leur temps en vue de produire des œuvres uniques auxquelles ils pourront donner un cachet personnel. Peut-être, au point de vue industriel, y a-t-il quelque chose à faire dans cette voie, en se consacrant à des œuvres uniques dont la majeure partie aura été obtenue

par ces opérations et que l'on finira avec une retouche plus ou moins importante.

Encore faudrait-il procéder avec un sentiment artistique assez développé, et bien se garder de faire exécuter par la photographie plus que ce qu'elle est apte à produire de cette façon.

En fait, ces résultats devraient constituer des œuvres artistiques obtenues avec le concours de la photographie plutôt que des résultats industriels.

Quelques affaires ont été organisées pour l'exploitation d'un procédé de ce genre ; nous ne croyons pas qu'elles aient réussi ou qu'elles puissent avoir le succès espéré [1].

Pour réaliser une véritable application industrielle, il ne faut compter que sur les impressions photomécaniques qui vont faire l'objet du Chapitre suivant.

---

[1] A moins d'employer l'électricité en vue de la plus grande régularité quant à l'impression.

CHAPITRE XII.

APPLICATION DES PROCÉDÉS PHOTOMÉCANIQUES A L'IMPRESSION DES ÉPREUVES EN COULEURS.

Les procédés photomécaniques qui peuvent servir à l'impression des épreuves polychromes sont la *Photocollographie*, la *Photogravure en creux* et la *Photogravure en relief* ou *Phototypographie*.

Nous allons passer en revue chacun de ces moyens successivement.

La *Photocollographie,* qui constitue un merveilleux procédé d'impression des sujets à modelés continus, peut bien être appliquée au tirage de sujets polychromes en procédant comme d'habitude pour l'impression des épreuves monochromes.

En principe, rien n'est à modifier au procédé usuel, sauf l'adjonction de pinces avec aiguilles à repérer aux presses de tirage et l'emploi des couleurs diverses propres à la formation de chacun des monochromes.

Il semblerait, de prime abord, que ce moyen

d'impression devrait produire d'excellents résultats; mais en fait les polychromies ainsi obtenues laissent généralement beaucoup à désirer; la couleur y est d'aspect boueux, lourd, les transparences font défaut. Cela tient sans doute à ce que l'épaisseur de l'encre déposée sur le papier est trop forte, et il n'est guère possible d'arriver à des impressions d'une vigueur suffisante avec des couches de couleur plus minces, plus légères.

Rien ne s'oppose à ce que, dans certains cas, et surtout pour la reproduction de sujets offrant un aspect velouté, comme des pastels, par exemple, ou des œuvres dont les originaux sont ternes, on ne recoure à la collographie qui, mieux que la typographie, peut rendre ce velouté.

En tout cas, tout en nous abstenant de recommander, quant à une application exclusive, ce procédé spécial, nous devons le mentionner parmi ceux qu'il peut convenir d'utiliser au moins dans des circonstances particulières.

Il y a seulement à se méfier, en ce cas, de certaines matières colorantes ayant la propriété de teindre la gélatine et pouvant laisser sur le papier, lors de l'impression, un léger voile de la couleur employée.

Certains ateliers emploient cette méthode ; mais ce que nous avons vu de leurs résultats ne paraît pas de nature à encourager cette application.

Sans nous étendre davantage sur ce procédé,

passons à un autre qui présente avec lui, quant aux résultats au moins, quelque analogie.

Nous voulons parler de la *Photogravure en creux* ou *aquatinte* photographique.

Ce procédé de photogravure, qui conduit à l'obtention de si belles épreuves monochromes, semble ne pas convenir à la trichromie pour un motif semblable à celui qui nous fait critiquer la collographie. L'impression étant le fait des parties plus ou moins creuses de la planche, il en résulte une épaisseur de couleur trop grande dans les couches intenses, et cet effet a pour conséquence de nuire à la transparence, surtout dans les parties de l'image où elle serait le plus nécessaire.

L'aquatinte photographique ne saurait donc convenir, et il faut la réserver pour des cas absolument spéciaux où l'identité la plus rapprochée possible de celle de l'original n'est pas en question.

On sait que, pour créer les planches d'aquatinte photographique, il faut faire usage de clichés positifs; on aura donc, pour cette application spéciale, à passer par cette nécessité, soit à tirer, par un des moyens connus, des contre-épreuves positives des prototypes originaux (*négatifs*).

Pour tout le reste des opérations, il n'y a rien à changer à la pratique habituelle de ce procédé, sauf l'addition des points de repère pour arriver à une exacte superposition des monochromes et

l'emploi de couleurs *ad hoc* aussi *vitreuses* que possible.

Phototypographie. — Parmi tous les procédés d'impression dont on a tenté l'essai à l'illustration du livre et à la création d'images trichromes d'après des négatifs sélectionnés, il n'en est aucun qui semble l'emporter sur la méthode de phototypographie à trame ou *similigravure.*

De prime abord, il aurait pu paraître téméraire d'attendre beaucoup de cet enchevêtrement de points ou de lignes résultant du mélange des trois monochromes tramés. L'effet obtenu n'en est pas moins celui qui, jusqu'ici, donne les plus grandes satisfactions.

Déjà, bien avant l'application de la typographie à l'impression des trichromies, on savait qu'aucun moyen ne donnait des teintes aussi fraîches, précisément à cause du minimum réalisable de l'épaisseur des couches colorées fournies par la surface des clichés typographiques et de la possibilité d'y employer des encres très transparentes.

Nous étions frappés de ce fait en parcourant le catalogue de l'exposition de juin 1880, publié par le Cercle de la Librairie. Ce charmant volume est illustré avec des vignettes à teintes plates en couleurs d'une grande légèreté et telles qu'on aurait de la peine à les obtenir par d'autres moyens d'impression.

Les premiers essais de l'application de la typographie aux impressions phototrichromes en couleurs ne remontent guère qu'à 1880. Nous possédons la reproduction d'un Tableau de Manet ainsi obtenue d'après des négatifs de Cros en 1882, mais nous ignorons par qui.

Depuis, des applications de plus en plus fréquentes sont faites, en France et à l'étranger, de la phototypographie en couleurs.

En Autriche, la maison Angerer et Göschl y excelle ; en Belgique, les établissements Malvaux en tirent un parti remarquable. En Suisse, en Angleterre, aux États-Unis d'Amérique, il en est fait un emploi de plus en plus heureux. (*Voir* à l'Appendice.)

En France, la maison Hemmerlé, de Lyon, est celle qui fait dans cette voie les travaux les plus complets et les mieux réussis.

Dans la voie des impressions trichromes industrielles, la typographie occupe la place la plus importante, et elle est appelée à y jouer un rôle encore plus considérable le jour où le problème des impressions simultanées des couleurs et du texte sera convenablement résolu. On est près d'y arriver [1]. Nous savons qu'on exécute en ce moment en Angleterre une presse qui imprimera d'un seul coup les trois monochromes superposés et le texte.

---

[1] Machine Lambert, p. 248.

Si cet outil répond à ce que l'on en attend, on conçoit quel immense progrès aura été réalisé dans le sens de l'illustration des livres en couleurs.

Nous n'avons pas à revenir ici sur ce qui a été dit précédemment de la nature des écrans colorés à employer, ni de la façon de procéder à la sélection des couleurs, soit par une reproduction simultanée, soit par trois poses sucessives.

Quand on a les négatifs, on en tire des positifs soit transparents, soit sur papier.

L'impression sur papier exige des précautions minutieuses pour maintenir aux trois monochromes des dimensions absolument égales, ce qui est parfois fort chanceux.

De même que pour les papiers à mixtions colorées dont nous avons parlé (p. 224), il faut couper toujours le papier positif argentique dans le même sens et traiter les épreuves dans des conditions identiques de durée d'immersion dans le bain et de température.

Quels que soient les soins pris dans ce sens, il peut arriver que le jeu de telle épreuve ne soit pas le même que celui de telle autre, surtout quand il s'agit de dimensions assez grandes.

Il y a donc lieu de vérifier, après complète dessiccation, les dimensions respectives de chaque image à l'aide de quelques points de repère, puis sur du papier à calquer que l'on reporte sur les

deux autres. Si l'on remarque une différence dans les dimensions, il faut recommencer l'impression des épreuves défectueuses, mais toujours en tenant compte des mêmes conditions à observer durant l'opération.

Quand on le peut, mieux vaut renoncer aux impressions sur papier et produire des positifs sur verre par contact. De cette façon, il n'y a pas à redouter le jeu inégal des épreuves.

La pose et le développement doivent être exécutés avec les plus grands soins pour obtenir de bons diapositifs correspondant exactement aux prototypes, quant à la valeur de leurs modelés et de leurs contrastes.

Il faut éviter surtout les épreuves *infra* ou *extra*-posées et se rappeler toujours que le résultat final dépendra de la nature de ces diapositifs, et qu'il ne saurait être bon si ces épreuves manquent des qualités requises.

D'ailleurs, si l'on remarque la nécessité de quelques retouches essentielles, ce qui est un cas assez fréquent, on peut les exécuter soit sur les négatifs, soit sur les positifs dans les parties trop claires qu'il faut couvrir davantage.

La pratique permet de juger des valeurs respectives des épreuves, et d'ailleurs on fera toujours bien de recourir au chromoscope pour être plus certain de la nature du rendu, et exécuter les retouches reconnues nécessaires pour les réali-

ser dans les meilleures conditions d'exactitude.

Nous possédons maintenant les trois diapositifs (ou bien encore les trois épreuves sur papier); il s'agit d'en tirer des clichés tramés pour arriver ensuite à l'exécution des clichés de typogravure.

Voici comment on opère :

Un des diapositifs est placé dans un châssis rotatif disposé en avant de la chambre noire, de façon à être convenablement éclairé, et est reproduit à la chambre noire à travers un réseau ou trame.

L'éclairage peut être celui de la lumière solaire diffusée par un verre dépoli, mais, comme la lumière naturelle est sujette à de continuelles variations, mieux vaut user d'une lumière artificielle qu'il est facile d'avoir constante.

En ce cas, la source de lumière projette ses radiations à l'aide d'un réflecteur, sur une plaque de verre dépoli ou sur une feuille de papier blanc placés en arrière du diapositif et à une certaine distance de ce dernier.

De cette façon, le temps de pose peut être parfaitement réglé et être égal pour chacun des monochromes, s'ils ont une valeur d'intensité égale.

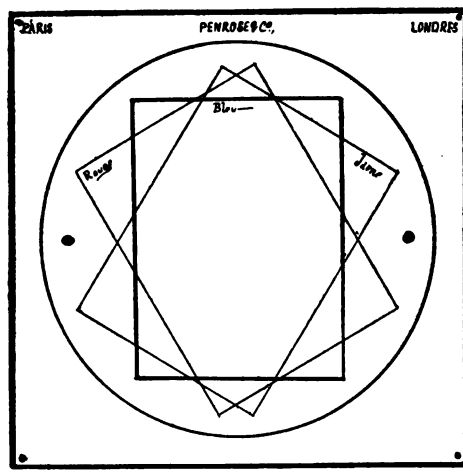
Le développement doit avoir lieu dans les mêmes conditions pour les trois épreuves.

On sait que les clichés au gélatino-bromure sont

loin de donner des images aussi pures que celles que donne le collodion; il y aura donc à donner la préférence à ce dernier véhicule du produit argentique et à l'employer en combinaison avec l'albumine (procédé Taupenot) si l'on tient à opérer à sec.

Le châssis rotatif est, pour l'objet qui nous occupe, disposé de façon à permettre d'imprimer à

Fig. 82.

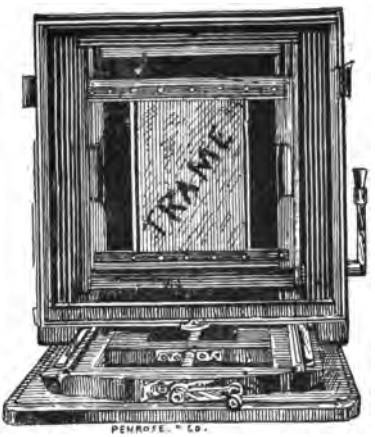


l'épreuve un mouvement de rotation pour modifier, pour chaque monochrome, l'angle de la ligne par rapport au sujet reproduit (*fig.* 82); les positions données dans la figure suppriment tout risque de moiré.

Si l'on exécutait les trois reproductions d'après la même trame maintenue à la même place, on aurait des effets de moiré fort disgracieux et qui altéreraient entièrement la valeur des résultats.

Il faut changer la place angulaire qu'occupe l'épreuve pour chacun des négatifs et la faire

Fig. 83.



tourner dans son châssis porteur d'environ 22 à 30 degrés chaque fois, ce qui a pour effet, non seulement d'éviter des superpositions qui tendraient à griser l'image, mais encore de supprimer complètement les effets de moiré. On pourrait également tourner le réseau en laissant les diapositifs dans la même position, mais il est plus

simple de laisser la trame en place sans y toucher (*fig.* 83).

Il faut évidemment tenir compte des dimensions du réseau et de la plaque sensible pour qu'ils contiennent l'image à reproduire tout entière lorsqu'elle est dans une position oblique par rapport à leurs côtés.

Cela est à observer aussi pour le réseau et la plaque quand on procède par l'emploi d'un changement rotatif de la place du réseau.

Un autre moyen consiste dans l'emploi d'écrans rayés sous divers angles; on peut alors employer des écrans moins grands, mais il en faut au moins deux, vu qu'en retournant l'un des deux écrans on change le sens des lignes.

Quant aux diaphragmes à employer et à la distance correcte de l'écran par rapport à la plaque sensible, les règles sont les mêmes que dans la pratique ordinaire des clichés tramés. On trouve dans le commerce des diaphragmes spéciaux à ces procédés, tels que ceux que montrent les figures 84 et 85.

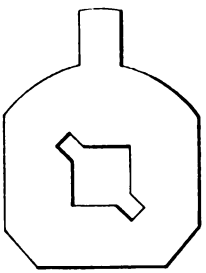
Nous avons vu des trichromies très réussies obtenues avec des écrans simplement lignés, d'autres avec une ligne croisée; quant au diaphragme, nous avons vu recommander la forme d'ouverture rectangulaire, ce qui donne aux points une forme elliptique variant avec l'éclat des diverses parties de l'image.

Ainsi, dans les grandes lumières du négatif, les

Fig. 84.

points, très petits, sont circulaires, et ils prennent

Fig. 85.



dans les demi-teintes une forme elliptique,

s'étendant ou disparaissant dans les ombres.

Il va sans dire que les négatifs ainsi reproduits doivent correspondre exactement aux valeurs des négatifs originaux.

Pour passer maintenant à la gravure, on se sert des négatifs tramés, comme il est d'usage de le faire pour la gravure monochrome; seulement, des retouches délicates deviennent nécessaires suivant le rendu de ces clichés, et il n'y faut procéder qu'après un premier essai qui sert de guide pour ce qu'il y a à faire.

Le genre d'impression, l'impression résultant de l'emploi de la trame sont de nature à modifier le résultat désiré, quelle que soit la valeur relative des négatifs sélectionnés.

Après essai, on doit donc revenir sur les clichés typographiques avec le grattoir et la roulette et y apporter telles modifications reconnues nécessaires.

C'est là une opération qui exige la plus grande attention et qui est indispensable, sous peine de n'arriver qu'à un rendu par trop incomplet.

Quant à l'impression des blocs, elle s'opère avec les couleurs *positives* déjà indiquées. Rouge pourpre, bleu et jaune, et en ayant soin de veiller à l'obtention du repérage le plus parfait possible.

Avec des rouleaux garnis convenablement des couleurs d'impression, le dépôt de chacune des

couleurs est très régulier; il va sans dire que ce sont toujours les trois couleurs à leur degré

Fig. 86.

Monochrome jaune.

de saturation maxima qui doivent donner le noir pur.

L'intervalle de temps qui doit séparer l'impression de chaque couleur nouvelle est indiqué par la pratique.

Les méthodes de gravure sont celles usitées

dans la similigravure. Le procédé *Émail,* pour créer la réserve, est un de ceux que l'on doit pré-

Fig. 87.

Monochrome bleu.

férer. *Voir,* figures 86, 87, 88, l'ensemble d'un chromogramme tramé.

Pour des reproductions de tableaux, aquarelles ou autres sujets colorés sur surfaces planes, on pourrait éviter l'emploi d'une double opération et créer immédiatement les négatifs tramés d'après

l'original lui-même. Mais mieux vaut, à notre avis, ne recourir à cette simplification que pour des

Fig. 88.

Monochrome rouge.

travaux où l'on se contente d'un à peu près. Nous croyons préférable, pour des travaux de précision, de passer par les deux phases ci-dessus indiquées, qui permettent à la retouche de s'exercer dans des conditions plus complètes et d'arriver à une approximation de la réalité bien plus parfaite.

Lorsqu'on a étudié le rendu des trois premiers négatifs, on sait ce qu'il reste à faire pour les corriger dans les parties où ils laissent à désirer, et cette correction, combinée avec celle que l'on prévoit par l'habitude des clichés typographiques, conduit à faire mieux et sans que l'on ait à retoucher les trois négatifs sur trames obtenus de seconde main.

Les divers spécimens contenus dans cet Ouvrage sont une preuve de la perfection à laquelle peut conduire l'emploi de cette méthode.

CHAPITRE XIII.

UTILITÉ D'UNE QUATRIÈME IMPRESSION ET CAS DIVERS JUSTIFIANT SON EMPLOI.

Il a été indiqué, dans les Chapitres précédents, que les superpositions de trois couleurs : jaune, bleu et rouge, employées pour les impressions trichromes positives, donnent du noir quand ces couleurs sont superposées à leur état d'intensité maxima.

On a donc, d'une part, le blanc du papier et, de l'autre, le noir résultant des trois couleurs principales superposées, d'où il résulte qu'on a également toute la gamme des gris, depuis le blanc jusqu'au noir; gris qui se forment aux divers degrés quand les trois couleurs sont superposées à l'état de valeurs égales; c'est là un fait théorique incontestable et sur lequel il est bien permis de s'appuyer pour limiter à trois le nombre des couleurs ou d'un tirage dont les monochromes ont été obtenus avec l'aide d'une sélection photographique.

Il est pourtant des cas où, pratiquement, il peut être nécessaire de passer outre aux indications de

la théorie pure. Il faut bien se pénétrer de cette vérité que les impressions en couleurs industrielles constituent une œuvre complexe et pour laquelle il peut, bien souvent, être difficile d'atteindre à la perfection, soit à l'exactitude absolue du rendu, à l'identité complète entre le modèle et la copie.

C'est pourquoi l'on est en droit de rechercher quels sont les moyens d'arriver assez près de la réalité, tout en usant de méthodes plus sûrement pratiques et, par suite, plus industrielles.

Un travail trichrome très soigné peut se suffire, mais, si la sélection a laissé quelque peu à désirer ou si le résultat, nonobstant le soin apporté à la sélection, a une apparence quelque peu confuse dans les détails, il sera utile et souvent même indispensable de recourir à une quatrième couleur ; le plus souvent, ce sera une teinte neutre destinée à emprisonner l'ensemble des trois couleurs et surtout à accentuer davantage les vigueurs et les détails.

Ce quatrième cliché pourra être obtenu à la chambre noire avec un écran donnant toutes les valeurs, mais il pourra être nécessaire de faire intervenir une retouche intelligente pour supprimer tout ce qui semble inutile, de façon à ne laisser agir cet auxiliaire que dans les parties de l'image où il sera indispensable.

Autant que possible, il faudra éviter l'emploi

du noir pur. Nous avons vu des œuvres exécutées par des maisons importantes, renommées même pour leurs beaux travaux en général, où la quatrième couleur était du noir. Il en résulte un aspect nuisible à la fraîcheur du coloris. L'ensemble ressemble trop à une gravure en noir coloriée. Il n'y a pas fusion complète du noir dans les couleurs, et c'est là un défaut qu'il convient d'éviter.

Cette quatrième couleur doit donc être une teinte neutre, susceptible de s'harmoniser avec l'effet général de l'image; elle peut être brune ou bleuâtre suivant les cas. Il ne saurait y avoir à cet égard d'autre règle que celle qui s'inspire du goût et de la valeur de l'original, dont on doit chercher à se rapprocher le plus possible.

Pour des travaux courants, où il s'agit d'un rappel des couleurs de l'original plutôt que d'une copie absolument exacte de ses nuances, l'intervention d'une quatrième couleur est de nature à rendre de grands services, surtout quand il s'agit de l'illustration de livres ou de publications périodiques.

Si, par exemple, on a à représenter des costumes, il sera d'un intérêt vraiment très secondaire que les images aient une sérieuse valeur pictoriale. Le point important sera de rappeler les couleurs de chacune des parties des costumes : pantalons rouges, fracs bleus, etc., et, en ce cas,

le coloriage est vraiment fort admissible. La teinte neutre n'aura, pour ainsi dire, qu'à emprisonner, bien à leur place, chacune des couleurs locales.

C'est ainsi qu'il convient d'envisager la question en se rendant parfaitement compte à la fois, et des possibilités théoriques et des nécessités pratiques ou industrielles.

On a exécuté de fort ingénieux outils à l'aide desquels on imprime successivement les quatre couleurs. La feuille margée blanche sort de la presse avec ses quatre impressions.

Ces presses, dues à MM. Ed. Lambert et Cie, vont rendre les impressions polychromes typographiques très pratiques et très rapides, puisque la superposition des quatre couleurs est immédiate sans perte de temps pour laisser sécher les couleurs entre chaque impression.

La quatrième couleur peut, en ce cas, servir à l'impression du texte, car, sans être noire, elle peut être assez soutenue comme ton pour fournir un texte bien lisible.

Nous donnons ici un spécimen d'un tirage de cette sorte dû à l'extrême obligeance de MM. Lambert. Les clichés ont été fournis par la Maison Hemmerlé, et nous les avons choisis avec la quatrième couleur de manière à bien montrer l'utile concours qu'elle peut apporter aux tirages photo-polychromes.

Imprimé en un seul tirage sur la machine à quatre couleurs de MM. Lambert et Cie.

Clichés de la Société Lyonnaise de Photochromogravure.

H. Sc. Lyon

Impression sur la machine à quatre couleurs
de MM. Lambert et Cie.

Clichés de la Société lyonnaise de Photochromogravure.

Ces presses peuvent fournir 500 tirages à l'heure, soit environ 5000 par jour, et les dimensions de la feuille peuvent être telles qu'on y imprime des épreuves de $1^m \times 1^m,30$.

Le repérage est parfait, et il n'est pas susceptible de présenter des défectuosités comme dans les impressions successives où l'on repère à l'aide de pointes. Dans le cas qui nous occupe, il est absolument automatique, une fois que le réglage a été fait. La feuille entraînée par un chariot automatique ne quitte plus les pinces jusqu'à la fin de l'impression, et chaque fois elle passe exactement sur la forme, à l'endroit voulu, sans aucune déviation possible.

C'est là un très grand progrès qui fait honneur à la Maison Ed. Lambert et Cie, et que nous sommes heureux de signaler.

Nous avons joint ici la gamme des quatre tons composant l'image en couleurs. On se rend ainsi un compte plus exact de sa composition et du rôle joué par la quatrième couleur.

Malgré la possibilité théorique d'arriver à réaliser tous les tons, il se trouve que certaines couleurs sont difficiles à obtenir avec les combinaisons entre elles des trois couleurs principales : rouge, bleu, jaune. En pareil cas, il est opportun de tirer comme quatrième couleur le ton local emprunté à une couleur naturelle. Certains verts et certains bleus se trouvent dans ce cas.

En matière d'impression polychrome [1], le point important est de se rapprocher de l'original le plus possible. On ne doit pas hésiter à employer une couleur de plus quand elle doit servir à compléter l'exactitude du rendu et à fournir un résultat plus satisfaisant.

Surtout avec les presses dont nous venons de parler, un tirage de plus ou de moins ne change pas grand'chose aux frais de l'impression, puisque les tirages, bien que successifs, sont immédiats, et que l'on peut considérer les quatre impressions comme simultanées. En fait, la feuille est margée blanche et elle sort de la presse, très peu d'instants après, avec une image polychrome complète et même avec le texte nécessaire si des légendes sont nécessaires et si elles sont destinées à l'illustration d'un livre, sans que les images polychromes fassent l'objet d'un tirage à part.

Le rôle que la photographie des couleurs est appelée à jouer dans l'illustration du livre va prendre une importance de plus en plus grande, et, dans un temps prochain, la plupart des publications seront illustrées en couleurs, avec le concours de la photographie trichrome et. si besoin est, avec l'adjonction d'autres tirages s'ils sont rendus nécessaires par la nature du sujet.

---

[1] Si l'on ne se borne pas à faire de la fantaisie.

CHAPITRE XIV.

DIAGRAMME DES COULEURS COMBINÉES.

Depuis la publication du cercle chromatique des couleurs, il a été imaginé maints autres dispositifs ayant pour objet le groupement de tout l'ensemble des couleurs du spectre avec leurs nuances à divers degrés.

L'adoption d'un test de cette sorte est à désirer au point de vue de l'exécution et de la comparaison entre eux des écrans colorés.

Nous ne saurions dire quel est le système le plus ingénieux à conseiller. Il nous semble pourtant que le mieux serait d'admettre comme possédant les qualités essentielles, la charte des trois couleurs indiquée par John-C. Warbury.

Elle présente l'avantage d'être un résultat typographique, d'avoir des demi-teintes formées par des lignes plus ou moins rapprochées, ce qui, au point de vue phototypographique, est très appréciable, puisque l'impression typographique ne se produit qu'avec des demi-teintes dues à des points

ou des lignes plus ou moins serrées, résultant d'un encrage d'une même intensité sur toutes les parties de l'image.

Il conviendrait de se mettre d'accord sur le test spécial à ces sortes de travaux pour qu'il fût admis d'une façon générale.

En attendant cette entente, nous croyons devoir expliquer cette charte ingénieusement combinée avec le même bloc s'imprimant trois fois à des angles différents, ce qui est exactement le fait de l'œuvre trichrome typographique.

Elle donne tous les mélanges possibles avec trois couleurs imprimées dans ces conditions. L'examen du seul cliché employé montre qu'il se compose de trois nuances seulement, allant du blanc au noir, soit un gris léger, un gris moyen et le noir pur ou, pour chacune des trois couleurs, de chacune d'elles employée au maximum d'intensité; ces valeurs ne sont obtenues que par des traits plus ou moins rapprochés ou par le plein de la surface correspondant au maximum de la valeur.

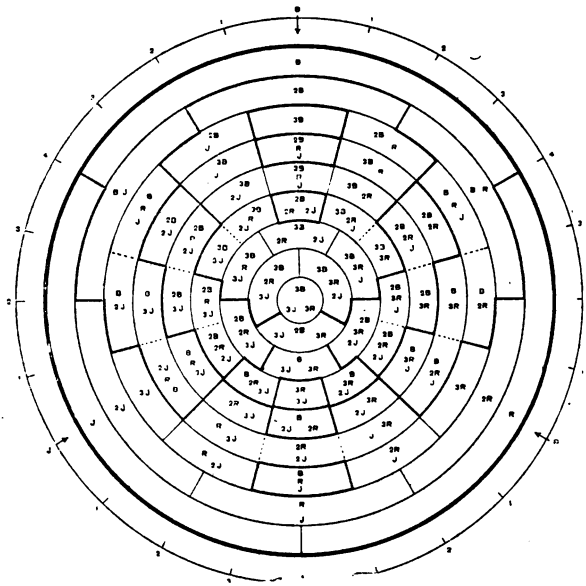
Pour le tirage, on divise la circonférence en trois parties égales (*fig.* 89), et l'impression a lieu pour le bleu dans la position indiquée en B par la figure, puis en J pour le jaune et en R pour le rouge; il résulte de cet enchevêtrement la charte polychrome de la planche III.

On aurait pu évidemment multiplier davantage

les demi-teintes de la gamme des gris, mais c'eût été pousser inutilement à la complication.

Telle qu'elle est, cette gamme colorée nous

Fig. 89.



paraît très suffisante pour qu'on puisse, avec son concours, juger de la valeur des écrans.

Le cercle extérieur contient les trois couleurs isolées, rouge, jaune et bleu, avec leurs nuances les plus légères; ou, si l'on applique cette même combinaison aux couleurs d'émission, rouge orangé, vert, violet.

Cette deuxième charte, que nous appellerons des couleurs d'émission, serait également nécessaire, mais moins que celle des couleurs des impressions.

Au milieu du cercle se trouvent 3 B 3 R 3 J, soit les trois couleurs pleines superposées.

Les couleurs contenant le maximum de bleu avec un mélange égal des deux autres couleurs se trouvent sur une ligne allant de B au milieu suivant l'ordre : B, 2 B, 3 B, 2 BRJ, 3 BRJ, 2 B 2 R 2 J, 3 B 2 R 2 J. De même, à partir de la ligne R, on trouve les mélanges de couleurs ou domine le rouge. Au milieu, entre les lignes B et R, sont les mélanges égaux de bleu et de rouge avec des quantités de jaune plus petites, tandis que ceux où il y en a une quantité plus grande sont sur la ligne jaune du côté opposé. Les mélanges de quantités inégales des trois couleurs, tels que 2 BR 3 J et 3 BR 2 J, sont disposés aussi symétriquement que possible près de la ligne de leur couleur dominante; il n'y a jamais deux fois le même mélange, sauf BRJ et 2 B 2 R 2 J, qui se montrent à trois endroits.

L'examen de la clé (*fig.* 89) suppléera à l'absence de tous autres détails.

Cette méthode a été créée dans le but de rechercher les mélanges des couleurs qu'on peut obtenir avec trois transparentes colorées et superposées.

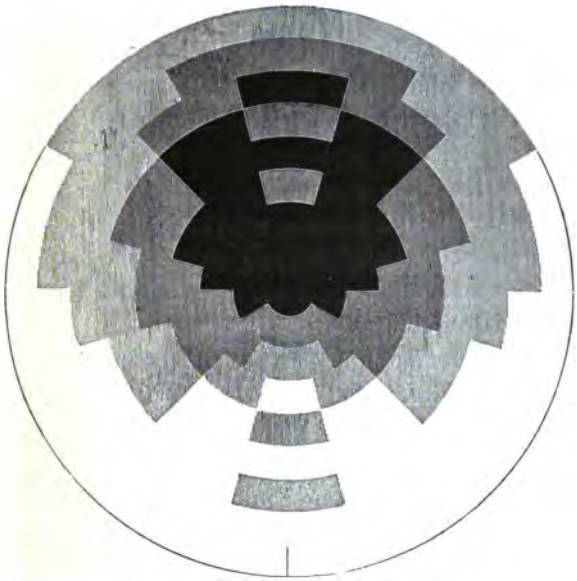
Ainsi l'on fait un négatif du bloc (*fig.* 90) et on

CHARTE DES TROIS COULEURS DE J. C. WARBURG.

l'imprime sur trois couches de gélatine qu'on teint chacune d'une couleur d'aniline différente.

On a fait usage du jaune Martius, d'érythrosine

Fig. 90.



et d'un bleu vert (bleu-carmin N) comme étant très près des complémentaires des trois couleurs primaires.

Un jaune quelque peu plus vert serait préférable, celui par exemple de l'acide picrique.

En faisant usage de couleurs diverses, il est pos-

sible de voir comment les résultats se trouvent modifiés.

Une fois le patron original établi (le nôtre a été formé avec des morceaux de papiers teintés, découpés avec soin et collés sur une feuille de papier blanc) et le négatif a été exécuté avec ce type, il est facile de faire des gélatines en relief et de les teindre : il vaut mieux user de bains dilués et laisser les couches se teindre lentement.

Une expérience bien frappante consiste à faire pivoter les trois couches autour d'une pointe d'épingle placée au centre et avec les trois monochromes placés dans la même position ; cela donne un monochrome à trois nuances d'une seule et même teinte neutre.

Puis, tournant une des couches d'un tiers de cercle à droite, puis l'autre de 120° à gauche, les couleurs apparaîtront avec leurs contrastes initiaux telles qu'elles sont dans la charte imprimée.

Si l'on a fait choix de couleurs convenables, le centre sera noir et les deux mélanges égaux (celui qui existe à trois endroits distincts) paraîtra gris.

Ces mélanges égaux forment un test des teintures égales, car, si une des couches est trop foncée, sa couleur dominera dans les combinaisons de chaque mélange. Si, d'autre part, une couche n'est pas également teinte des deux côtés, les trois teintes correspondantes n'auront pas la même couleur.

Dans l'impression, l'ordre à donner aux couleurs a une importance, parce que la dernière imprimée tend à dominer; c'est pourquoi il est préférable, pour diminuer cette tendance, d'imprimer le bleu le dernier, parce que sa prépondérance dans les mélanges de couleurs est moins marquée.

Si l'on fait usage d'un jaune opaque, il doit être imprimé tout d'abord; mais, si c'est une laque jaune, il vaut mieux l'imprimer sur le rouge.

CHAPITRE XV.

COULEURS PRIMAIRES DU SPECTRE ET COMPLÉMENTAIRES POUR POSITIFS.

M. E. Sanger Shepherd a montré d'une façon ingénieuse comment on passe, des impressions négatives à travers des écrans ayant les couleurs primaires, aux impressions positives ayant les couleurs complémentaires des précédentes (*Pl. IV*).

A représente les trois écrans colorés ayant les couleurs primaires du spectre rouge, vert et bleu violet.

B montre :

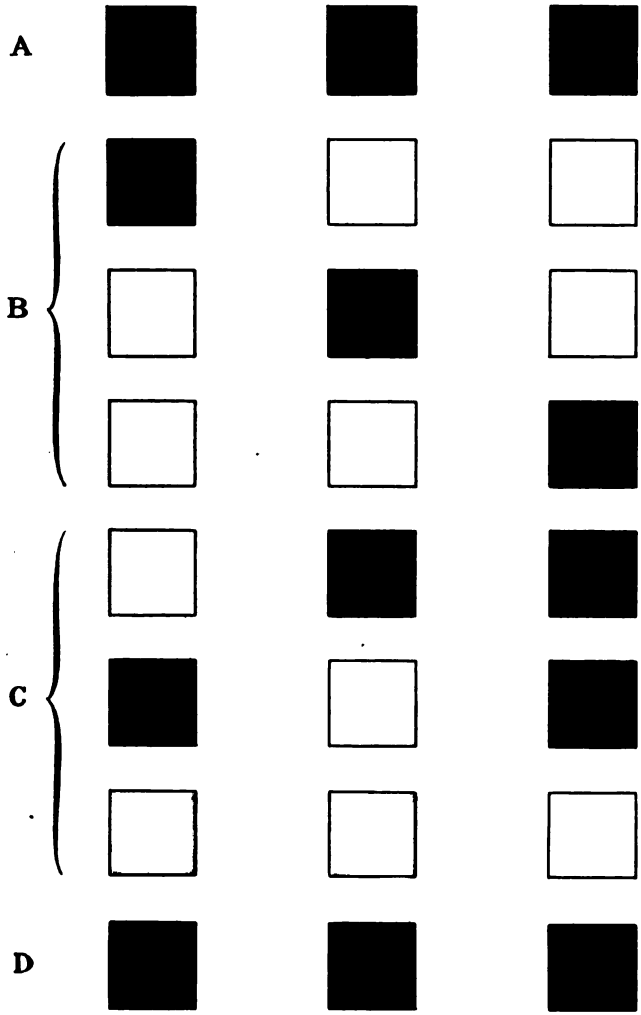
1° le négatif obtenu à travers l'écran rouge (c'est le noir pur) à l'exclusion des deux autres couleurs qui n'ont pas impressionné la plaque ;

2° Le négatif obtenu à travers l'écran vert dans les mêmes conditions ;

3° Le négatif pris avec l'écran bleu violet.

C comprend trois impressions :

1° Celle obtenue avec le négatif pris à travers



CHARTE

montrant la façon dont les couleurs d'impression des héliochromies composées dérivent des couleurs d'émission de Clerk Maxwell soit du rouge, vert et bleu-violet.

l'écran rouge et imprimée avec une encre réfléchissant le vert et le bleu violet à l'exclusion du rouge ;

2° Celle obtenue avec le négatif pris à travers l'écran vert et imprimée avec une encre réfléchissant le rouge et le bleu violet à l'exclusion du vert ;

3° Celle obtenue avec le négatif pris à travers l'écran bleu violet et imprimée avec une encre réfléchissant le rouge et le vert à l'exclusion du bleu violet.

Si l'on fait le mélange de chacune des deux couleurs des colonnes verticales de C, on retrouve les couleurs initiales primaires rouge orangé, vert, bleu violet.

Ce Tableau indique bien simplement comment on passe des couleurs primaires du spectre aux couleurs d'émission que nous pourrions appeler *couleurs négatives*, aux couleurs complémentaires qui sont les couleurs d'impression.

On doit à M. E. Sanger Shepherd l'exécution parfaite du sensitomètre de M. Chapman Jones.

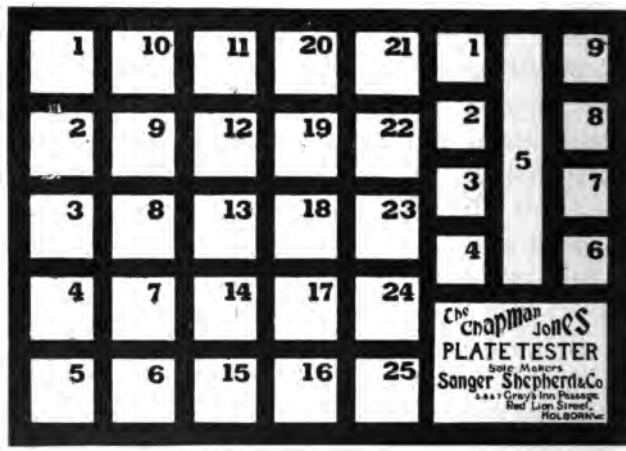
C'est une échelle transparente graduée analogue à celle de Warnerke (*fig.* 91), mais complétée par l'addition de cases colorées pour pouvoir vérifier la sensibilité aux couleurs.

Les quatre carrés 6, 7, 8 et 9 montrent les parties du spectre auxquelles sont sensibles les plaques et les quatre carrés 1, 2, 3 et 4 et la bande

grise n° 5 montrent la sensibilité de la plaque aux couleurs les plus courantes.

Les quatre carrés 1, 2, 3 et 4 et la bande grise ont approximativement la même sensibilité, et

Fig. 91.



quand on use de la lumière du jour avec une plaque parfaite, l'effet doit être représenté par une quantité égale de dépôt sur chacune de ces cinq surfaces.

De pareilles plaques ne peuvent être trouvées dans le commerce et l'on ne peut espérer un dépôt égal sans recourir à l'emploi d'écrans colorés.

L'examen des quatre derniers carrés 6, 7, 8, 9 donne une excellente idée de la distribution de la sensibilité aux couleurs dans la plaque.

Fig. 92.

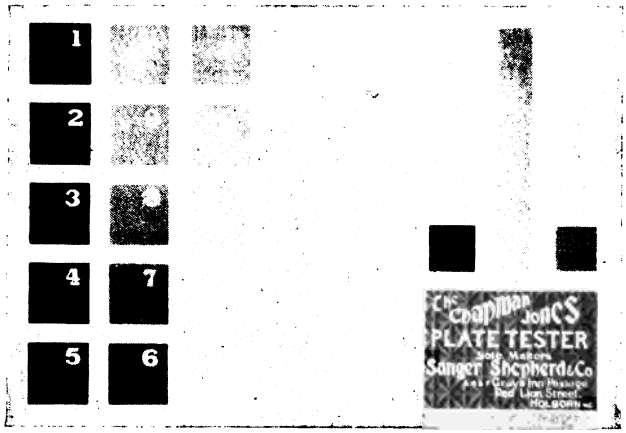
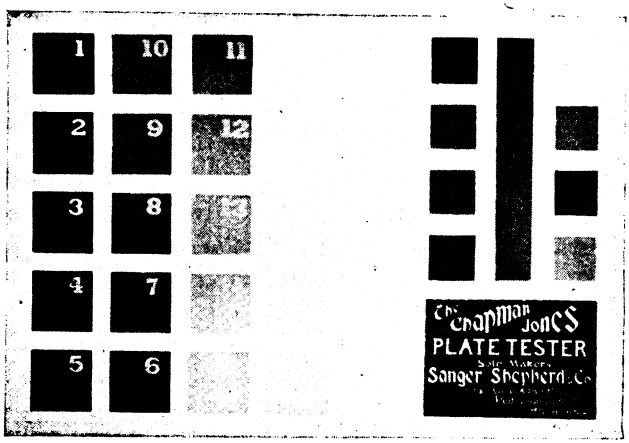

1
2
3
4
7
5
6
The Chapman Jones
PLATE TESTER
Sole Makers
Sanger Shepherd & Co
Red Lion Street
HOLBORN

Fig. 93.


1
10
11
2
9
12
3
8
4
7
5
6
The Chapman Jones
PLATE TESTER
Sole Makers
Sanger Shepherd & Co

La comparaison des figures 92 et 93 montre les effets obtenus dans les deux cas d'une plaque ordinaire et d'une plaque panchromatique, le rouge foncé seul n'a pas impressionné dans ce dernier cas.

Étude des écrans colorés avec le sensitomètre. — Ces essais doivent s'effectuer dans la chambre noire. Un écran parfaitement réglé aux plaques à employer doit donner des intensités égales avec tous les carrés 1 à 5.

Quelques écrans jaunes couperont entièrement les radiations bleues avant que les radiations rouges soient visibles, ce qui démontrera qu'un pareil écran absorbe tous les bleus avant de laisser agir le rouge.

Si la première série des radiations colorées n°s 1 à 5 donne des dépôts égaux ou à peu près d'une égale intensité, la couleur de l'écran peut être considérée comme satisfaisante. La perfection dans cette voie est pratiquement impossible dans les conditions où l'on fait l'essai, la lumière n'étant pas constante, et cet appareil peu coûteux ne saurait être ajusté d'une façon parfaite, mais l'appareil montrera, d'un seul coup d'œil si l'écran coloré est trop intense ou peut être employé tel que pour la plaque dont on doit user.

Pour tous les essais comparatifs de la sensibilité aux couleurs, la pose donnée à la plaque dans

la chambre noire doit être telle que le chiffre le plus haut de l'échelle graduée visible au développement tombe entre les nos 10 à 15; par une surexposition il est tout à fait possible d'obtenir avec bien des plaques toute la série des carrés 1 à 9 représentée par des dépôts pratiquement égaux.

Les modifications du caractère de la lumière du jour telle que les montre l'instrument sont très intéressantes.

Si la chambre noire est placée en avant d'un écran d'un blanc pur et si la pose a lieu sur une plaque spectrum avec un écran *absolutus* à midi, quand le soleil brille, probablement la radiation bleue n° 4 sera plus légère sur la plaque développée que les nos 1, 2, 3 et 5, tandis que par un jour gris la même radiation se développera avec plus d'intensité que les quatre autres.

Réglage du développateur par rapport à la plaque employée. — Ayant exposé et développé une plaque avec une formule connue qu'on a trouvée satisfaisante, les développateurs à essayer sont essayés sur des plaques de même sorte, exposées pendant le même temps, et les caractéristiques du nouveau revélateur se trouveront déterminées.

L'addition de bromure pour produire un contraste suffisant, l'addition d'eau et d'alcali pour réduire le contraste et tous les autres arrangements devront être faits avec le plus grand soin,

et, si le nouveau révélateur ne donne pas le même résultat pour la même pose, les différences pourront être immédiatement reconnues.

Éclairage de la chambre noire pour le traitement des plaques panchromatiques. — Depuis que l'on fabrique des plaques sensibles aux diverses couleurs du spectre, il y a lieu de se préoccuper de la sorte d'éclairage qui peut le mieux convenir au traitement de ces plaques spéciales.

On arriverait à créer un écran coloré convenable arrêtant tout le spectre, sauf une bande de sensibilité à l'extrême rouge, en fixant à l'hyposulfite deux plaques sèches, qu'on lave bien ensuite et que l'on immerge, l'une dans une solution intense d'amantia dans de l'eau et l'autre dans une solution saturée de jaune de naphtol, lavant et faisant sécher. Une de ces plaques doit être enduite du côté de la couche de collodion normal teint avec une forte solution alcoolique de violet de méthyle n° 6 B.

Les couches sont alors vernies avec un vernis négatif teint avec une solution d'iode dans de l'alcool; les deux plaques sont alors bordées ensemble, et après un examen spectroscopique pour voir s'il ne se produit que la bande rouge dans le rouge seulement, on les pose sur la lanterne.

Cette préparation a été employée longtemps et toujours avec succès. Une plaque *spectrum cadett,*

après une exposition de 20 minutes à une forte lumière filtrant à travers un pareil écran, n'a montré au développement aucune trace d'action visible.

CHAPITRE XVI.

APPLICATIONS.

Il serait évidemment trop long d'indiquer toutes les applications que l'on peut faire de la Photographie des couleurs. Il résulte de la constatation même de cette possibilité qu'elle implique dans l'ensemble des applications la reproduction, non seulement de tout ce que l'on fait actuellement en couleurs : peinture artistique et décorative, étoffes, céramique, etc., mais encore tout ce qu'il y a de coloré dans la nature.

En plus de ces applications qui s'imposent, il y a celles qu'on en peut faire aux études et recherches scientifiques dans la voie de la micrographie spécialement et de l'histoire naturelle.

A ce propos, les esprits difficiles, impatients et critiques avant tout, reprochent aux moyens actuels de reproduire photographiquement les couleurs, leur imperfection ; ils ne les jugent pas encore suffisamment pratiques pour que leur emploi se généralise.

Le
CERVIN
P.L.M.
Billets à prix réduits

VIDAL, *Photochromie.*

PL. VII

Ils oublient les progrès considérables que cette question a fait en très peu de temps et les perfectionnements nombreux dont elle est susceptible.

En l'état actuel des possibilités reconnues, les œuvres de reproductions de cette sorte, si elles n'ont pas encore l'exactitude absolue, n'en sont pas moins douées des caractères d'une similitude telle qu'il reste peu à faire à l'appréciation pour combler la lacune existant entre le résultat obtenu et la réalité.

Déjà, grâce à ces moyens, on peut arriver à produire des copies que la main du peintre le plus exercé ne saurait exécuter que très difficilement.

Si l'on complète les photographies polychromes par la vision stéréoscopique, on arrive à des effets qu'on peut bien, sans le moindre doute, comparer à la réalité.

Les effets métalliques, notamment, si difficiles à rendre quand on se sert de couleurs pigmentaires, sont visibles avec l'illusion la plus complète.

Quand on examine une collection de belles épreuves stéréoscopiques polychromes, on est frappé de leur exactitude et l'on ne peut nier qu'une pareille collection, mise à la disposition des artistes, constituerait pour eux, et sous le moindre volume possible, toute une série des plus précieux modèles, qu'ils seraient le meilleur moyen d'avoir la nature chez soi et tout près de

soi avec toutes les infinies variétés de ses formes et de ses couleurs : fleurs, fruits, étoffes, objets d'art, bijoux, tout cela vous apparaît avec une indiscutable réalité; quelques douzaines d'épreuves stéréoscopiques remplaceraient (et avec quelle économie de temps et d'argent!) des objets d'une durée éphémère, comme les fleurs, et qu'on pourrait retrouver toujours avec la même fraîcheur, chaque fois qu'il serait utile de recourir à ces modèles.

Dans l'industrie, qui commence d'ailleurs à en faire un intelligent usage, que de services peut rendre la trichromie photographique!

Quels beaux catalogues peuvent être exécutés de la sorte et combien plus vrais que tout ce que l'on a pu faire jusqu'ici à l'aide de la chromolithographie guidée par la seule interprétation.

Nous avons admiré, dans ce genre de reproduction, de superbes copies de tapis d'Orient, de papiers peints et de bijoux, d'éventails riches et d'une infinité d'autres objets qu'il eût été impossible, tout au moins quant aux dépenses à faire, de reproduire autrement et qu'on obtient maintenant avec un rendu bien autrement sincère et un coût relativement bien moindre.

Nous parlerons plus tard de l'application à l'illustration du livre. N'est-il pas vrai que dans cette voie il y a déjà de très grands progrès accomplis et que l'on finira par ne plus publier

une belle édition illustrée sans recourir à la couleur ?

Ce goût est tellement répandu maintenant que la couleur est partout sur les premières pages des petits journaux illustrés, que les grandes publications, comme l'*Illustration,* le *Figaro illustré,* etc., ont sacrifié à ce goût du public en ajoutant à leurs images monochromes de nombreuses impressions en couleurs. Plus un seul ouvrage d'art, de géographie, de relations de voyage, d'histoire naturelle, de botanique, de mode, etc., ne paraîtra plus d'ici peu sans être complètement illustré en couleurs, non plus avec le simple coloriage d'une image complète noire, mais bien avec des couleurs résultant d'une sélection scientifique complétée par des corrections artistiques.

Il n'y a pas à douter de la bien plus grande valeur qu'emprunteront les éditions de l'avenir à ce puissant attrait des couleurs.

Le cinématographe, qui nous donne la vue du mouvement, ne reproduit pas encore la couleur; mais il suffira de perfectionner la sensibilité des bandes photographiques pour arriver à combler cette lacune; il n'est pas douteux qu'on y arrivera, et l'on aura alors la reconstitution complète de la nature animée; on est déjà entré dans cette voie.

Ce ne sera pas chose facile; c'est ce que chacun

dit en ce moment. Combien est-il de réflexions de cette sorte qui ont été faites à propos de progrès rêvés et maintenant réalisés !

En résumé, nous tenons la corde des résultats les plus satisfaisants; nous savons que toutes les difficultés restant à surmonter seront graduellement vaincues, que l'art qui nous occupe, bien que dans son premier âge, sait déjà marcher tout seul, qu'il finira par courir bientôt et qu'il ne tardera pas, chacun y aidant, à atteindre toute la somme de perfection qui est de ce monde.

APPENDICE.

Au cours de la rédaction et de la composition du Traité qui précède, quelques faits se sont produits, d'un intérêt sérieux au point de vue des procédés qui en font l'objet, aussi avons-nous cru très utile de les grouper et résumer dans le présent Appendice.

Comme complément de ce qui a été dit dans l'Introduction, p. 1 à 9, nous croyons devoir mentionner la *Chambre spectrographique de diffraction* de M. Alex.-A.-K. Tallent; en voici la description :

Chambre spectrographique de diffraction.

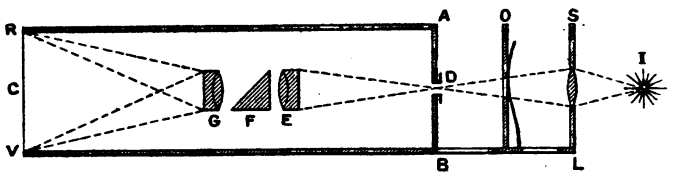
La récente préparation par M. Thorp, de prismes-réseaux de diffraction, a rendu possible la construction d'une chambre noire spectroscopique, qui, tout en étant d'une aussi grande utilité que les grands et coûteux photo-spectroscopes de

laboratoire, employés jusqu'ici, est petite, légère, compacte, d'un maniement facile, peu coûteuse, et prête pour le travail à tout instant.

Le schéma (*fig.* 94) donne une idée de la construction de cet appareil.

Une boîte formant chambre noire porte un châssis négatif à l'une de ses extrémités, à l'autre extrémité et hors de la boîte, se trouve une fente

Fig. 94.



très courte D. Elle est au foyer principal de l'objectif E, qui a un court foyer. Les rayons lumineux passant par la fente tombent parallèlement, après avoir été réfractés par l'objectif E sur le prisme réseau F, où chaque rayon est dispersé dans ses rayons constituants. Toutes les radiations de la même couleur émergent parallèlement et, tombant sur la lentille G, elles sont amenées à son foyer principal sur le plan de la plaque dépolie ou sur la plaque sensible en C'.

Châssis négatif. — Ce châssis, qui peut se mouvoir dans des rainures, contient une plaque du format 1/4 de plaque environ, ou un fragment

d'une plaque de cette dimension, car c'est le plus souvent ce que l'on y emploie.

Pour examiner le spectre par la vision directe, le dos du châssis et le volet en ébonite sont retirés et l'on y introduit une plaque dépolie; on peut alors voir le spectre sur le verre, ou bien on peut en examiner l'image, avec une loupe mise au foyer, sur la surface antérieure d'une plaque de verre transparent introduite dans le châssis.

La possibilité de voir l'ensemble du spectre d'un seul coup d'œil permet de se rendre compte de la réduction proportionnelle des couleurs quand on examine des écrans colorés, etc.

En faisant glisser le châssis dans ses rainures, on amène des portions successives de la plaque en face de la bande spectrale, et l'on peut obtenir ainsi des poses successives sur la même plaque.

Le nombre de ces poses dépend de la largeur des masques placés à l'autre extrémité de la chambre noire; il peut être de six et même de huit.

Masques. — La largeur de l'ouverture détermine la largeur du spectre, et, suivant le nombre de spectres désiré sur la même plaque, l'on peut avoir des spectres plus grands ou plus petits.

Il n'est pas bon d'avoir de larges spectres, parce que la somme de la lumière dispersée s'accroît; il convient de ne prendre, sur une même plaque, que quatre à cinq spectres.

L'instrument a été établi pour ce dernier nombre et l'ouverture a été faite en conséquence.

La longueur de la fente est raccourcie pour donner un spectre juste assez grand pour remplir l'ouverture de l'extrémité de la chambre où est la plaque.

Opérations. — Les opérations relatives à l'obtention de spectres négatifs, dans cet appareil, sont très simples.

Une source de lumière est placée à quelques centimètres en avant de la fente, et l'image est examinée sur la plaque dépolie pour s'assurer qu'elle est constamment éclairée; le châssis est enlevé, garni de la plaque sensible, et la pose a lieu, un écran coloré ou autre étant placé en avant de la plaque; des poses successives peuvent être effectuées, si on le désire, ou bien un fragment de plaque sèche suffisant pour une seule pose est employé.

Si l'on travaille dans le laboratoire obscur, il n'est pas nécessaire de déplacer le châssis.

Pour se servir de cet instrument avec le plus grand avantage il y a divers points à considérer.

En pratique, il convient de photographier la raie D sur la même plaque où sont photographiées les autres images, de telle sorte qu'en y appliquant l'échelle, la raie D doit coïncider. Les posi-

tions des parties de diverses densités peuvent être lues sur l'échelle.

Pose et développement des spectres négatifs. — Pour éviter des erreurs dans l'interprétation des résultats, il est nécessaire d'apporter les plus grands soins à la pose et au développement.

La durée de la pose et du développement devra être maintenue entre certaines limites *utiles;* aussi dans le cas où l'on fait un négatif orthochromatique du spectre sur une plaque de faible sensibilité au rouge, il serait possible de produire une action sur le négatif, à l'aide des radiations rouges, en augmentant suffisamment la durée de la pose; mais une pareille exposition serait excessive pour les autres parties, qui seraient beaucoup trop surexposées.

Poses successives. — Sans s'en tenir aux moyens actuels de mesurer l'opacité des diverses sections, il est possible de se rendre compte convenablement de l'action relative des couleurs sur la plaque sensible, par l'artifice consistant à faire une série de poses du spectre, en augmentant la durée de la pose pour chaque négatif. Suivant les circonstances, les poses successives peuvent être de deux, trois, quatre ou cinq. La moindre pose doit être juste suffisante pour montrer l'action sur une partie de la plaque sensible.

Une pose extrêmement longue produira du voile probablement sur les bords du spectre. Si l'on a fait des poses courtes, on n'éprouvera aucune difficulté à reconnaître si ce voile a quelque importance ou n'en a pas.

L'emploi de lentilles convenablement montées permet d'éviter le voile, et il faut recourir toujours à ce dispositif dans le cas de la lumière électrique.

Exemple. — Prenons pour exemple une plaque ordinaire exposée au spectre de la lumière du jour. Une courte pose donne une action seulement dans le bleu ; une plus longue pose étend l'action des deux côtés du bleu. Des poses plus longues encore donnent un très léger accroissement dans la longueur du spectre, mais le bleu est surexposé. La limite utile est bientôt atteinte, et un rendu du vert et du rouge ne peut être réalisé que par des poses plus longues et en employant des écrans pour arrêter l'action du bleu.

Trois ou quatre poses successives, d'une durée double, indiqueront la répartition de la sensibilité. Il faut tenir un grand compte de la durée du développement.

Emplois de la chambre noire spectrographique.

A. Étude des couleurs et du spectre (vision directe).

B. Examen des radiations colorées composantes de la lumière (vision et photographie).

C. Examen de la transmission à travers les milieux colorés (vision et photographie).

D. Examen de la distribution de la sensibilité des plaques (photographie).

E. Application aux plaques orthochromatiques et à la trichromie.

F. Application aux écrans des laboratoires noirs.

A. *Types du travail possible avec la chambre noire spectroscopique (établissement de l'échelle).*

I. Arc électrique en faisant usage d'une plaque orthochromatique sans écran.

II. Arc électrique en faisant usage d'une plaque orthochromatique avec écrans.

III. Flamme du sodium (brûleur de Bunsen et de Welsbach).

IV. Sels dans un ruban de magnésium (lithium, strontium, calcium, etc.)

V. Lumière du jour.

B. *Examen de la composition des radiations colorées de la lumière (méthode des poses successives).*

VI. Solide incandescent (arc électrique, user d'un condenseur).

VII. Gaz incandescent.

VIII. Arc avec des sels purs (avec condenseur) pour l'analyse spectrale.
IX. Tube d'hydrogène.
X. Lumière du gaz à l'incandescence et autres éclairants (acétylène, magnésium, etc.)
XI. Lumière solaire.

D. *Examens de la distribution de la sensibilité aux couleurs des plaques (méthode des poses successives).*

XII. Plaques ordinaires } sans écran.
XIII. » orthochromatiques }

C. *Examen de la transmission des milieux colorés.*

(*a*) Influence de recours au maximum de la sensibilité.
XIV. Plaques ordinaires.
XV. Plaques orthochromatiques.
α. Position du maximum de la sensibilité (à la couleur).
β. Dernière limite de la sensibilité (à la couleur).
(*b*) Examen des milieux colorés.
XVI. Matières colorantes; verres, etc. (examen des).

E. *Application aux travaux trichromes (examen préliminaire).*

XIX. Emploi des plaques ordinaires et orthochromatiques avec des écrans convenables.

F. *Application aux écrans pour laboratoires obscurs.*

(*a*) Pour plaques ordinaires.

XX. Examen de l'ultra-violet et du violet sombre (il doit avoir lieu avec l'arc électrique, une lumière riche en rayons ultra-violets).

XXI. Examen des radiations visibles.

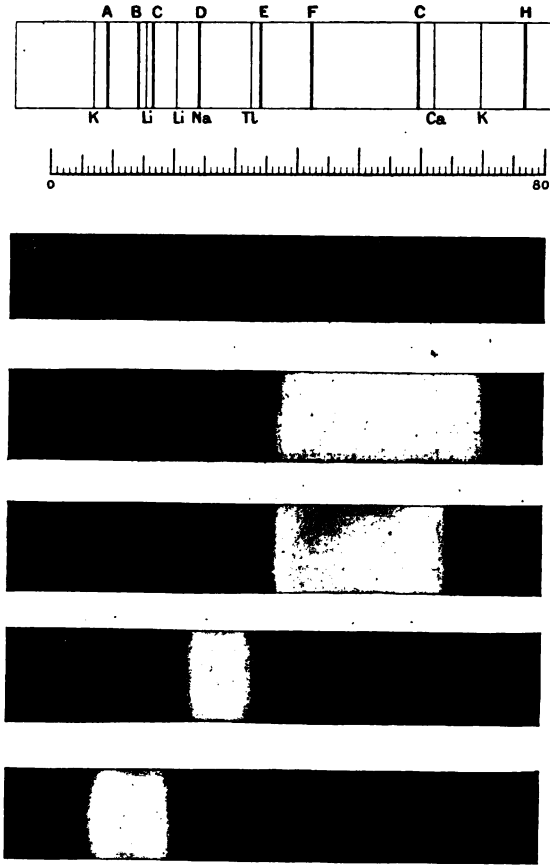
(*b*) Pour les plaques orthochromatiques.

XXII. Examen de l'ultra-violet et du violet sombre.

XXIII. Examen des radiations visibles.

Les figures ci-après montrent les résultats d'un certain nombre d'essais faits avec la chambre spectrographique.

Fig. 95.



VI

VII

VIII

IX

X

XI

EXEMPLES D'ESSAIS AVEC LA CHAMBRE SPECTROGRAPHIQUE DE TALLENT.

LÉGENDE DE LA FIGURE 95.

I Spectre de l'arc électrique avec divers sels montrant les raies de Fraunhôfer.

II Spectre montrant la position de la raie D du sodium.

Exemples d'écrans corrects si l'on en fait usage avec des plaques sensibles à toutes les radiations du spectre.

III Spectre obtenu à travers un écran *bleu violet*.

IV Spectre obtenu à travers un écran *vert*.

V Spectre obtenu à travers un écran *rouge*.

Exemples d'écrans qu'on peut employer avec des plaques sensibles à certaines radiations du spectre et montrant, par suite, des bandes d'absorption incorrectes si l'on en use avec des plaques sensibles à toutes les radiations, comme dans ce cas.

VI Spectre à travers un écran *bleu violet*.

VII Spectre à travers un écran *vert*.

VIII Spectre à travers un écran *rouge*.

Écrans pour une émulsion au collodion sensibilisée pour certaines radiations du spectre: Les bandes d'absorption doivent concorder avec l'insensibilité des plaques pour certaines radiations du spectre.

IX Spectre à travers un écran *bleu*.

X Spectre à travers un écran *jaune*.

XI Spectre à travers un écran *rouge*.

La photographie directe des couleurs à l'aide des matières colorantes.

Par le Dr R. NEUHAUSS.

Traduit par M. VANDERKINDERE de la *Photographische Rundschau.*

La photographie indirecte des couleurs, qui repose sur la théorie des trois couleurs fondamentales, est employée couramment dans la technique des reproductions comme impression en trois couleurs; en dehors de cet usage, elle s'est peu répandue, malgré les différents procédés qui ont cherché à la vulgariser (Selle, Lumière, Hofmann, etc.), parce que l'obtention des trois négatifs, de même que la mise en couleur et le repérage des trois positifs, présentent des difficultés qu'on ne peut éviter.

Le problème de la photographie directe des couleurs a été résolu d'une façon remarquable par le procédé Lippmann. Mais l'obtention des images exige de la patience. De plus, les images ne peuvent être reproduites et elles n'apparaissent avec leurs couleurs que lorsqu'elles sont éclairées sous un certain angle, car les couleurs se révèlent par l'interférence des rayons et ne sont pas dues à des corps colorants.

L'idéal de la photographie des couleurs reste la reproduction des couleurs par des corps colorants, c'est-à-dire par des couleurs telles que nous les voyons partout dans la nature, sur les tableaux, etc. Des recherches dans cette direction avaient déjà été entreprises dès l'enfance de la Photographie, mais on n'était pas parvenu à obtenir des résultats satisfaisants. La chose est simple : il suffit de laisser noircir, à la lumière, du papier Aristotype ou celloïdin et de l'exposer, ensuite, sous un transparent coloré; il est vrai qu'on n'obtient ainsi que des images donnant une reproduction très infidèle des couleurs. Les résultats sont bien meilleurs si, avant de l'exposer sous le transparent coloré, on trempe le papier noirci dans une solution de bichromate de potassium et

de sulfate de cuivre (Poitevin). Mais ce procédé ne donne pas beaucoup de satisfaction; lorsqu'on aura exposé la feuille pendant des jours, et même des semaines, pour n'arriver qu'à des reproductions de couleur parfois absolument fausses, on aura encore l'ennui de voir l'image disparaître, car les couleurs ne se laissent pas fixer.

Dans les exemples cités ci-dessus, et dans d'autres semblables, les couleurs sont produites, comme l'a démontré le professeur Wiener [1], par décoloration : dans l'épreuve noircie par la lumière se trouve un mélange de toutes les couleurs; par l'exposition sous les parties rouges du transparent coloré, la matière colorante rouge, qui se trouve dans l'épreuve, réfléchit la lumière rouge et n'est pas modifiée; les autres matières colorantes, qui se trouvent dans cette partie, absorbent la lumière rouge et sont décolorées; la matière colorante subsiste donc seule. Le même phénomène se reproduit pour les autres couleurs dans les parties restantes de l'épreuve.

La démonstration de ce phénomène a été faite par Herschel, E. Vallot, etc., qui mélangèrent différentes matières colorantes et soumirent ces mélanges à des lumières diversement colorées. E. Vallot (*Moniteur de la Photographie*, 1895, p. 318) mélangea du pourpre d'aniline, du curcuma (jaune), et du bleu Victoria, enduisit de ce mélange un morceau de papier et exposa sous des diapositives coloriées. Il obtint ainsi une reproduction des couleurs relativement exacte. Mais des préparations de ce genre sont très peu sensibles; il faut exposer pendant des heures et même des jours, et les couleurs ne se laissent pas fixer. Récemment Karl Woarl (Graz) a réussi à augmenter sensiblement la sensibilité des mélanges de corps colorants à l'aide de certaines additions; mais, jusqu'à présent, il n'a pas donné de ren-

---

[1] O. Wiener. *Farbenphotographie durch Korperfarben und mechanische Farbenanpassung in der Natur* (*Annales de Wiedeman*, Vol. 55, 1895, p. 225).

seignements, ni sur les couleurs employées ni sur la nature des matières ajoutées. De plus, ses images ne résistent pas à la lumière.

Une observation faite par hasard, il y a deux ans déjà, me montra que l'on obtiendrait peut-être des résultats, dont on pourrait tirer parti, avec le mélange des couleurs et qui pourrait conduire à la solution du problème de la photographie directe des corps colorés. Mais ce n'est que l'été dernier que je pus trouver le temps d'étudier la question de plus près; après un long travail de cinq mois, je réussis à former un mélange qui a presque la sensibilité du papier albuminé et qui produit les couleurs. Les images peuvent être fixées. Certes, le premier pas pour arriver à la solution du problème est seulement fait, car le procédé n'a d'importance réelle pour la photographie que si l'on parvient à rendre la préparation assez sensible pour qu'elle permette l'usage de courtes poses dans l'appareil photographique.

Néanmoins, si l'on a réussi à réduire le temps de pose de plusieurs heures, en plein soleil, à environ cinq minutes et si l'on est parvenu en outre à fixer les couleurs, il y a lieu d'espérer que d'autres progrès ne manqueront pas de se réaliser encore.

.....

Ici le docteur Neuhauss décrit la marche de ses expériences; nous passons, si intéressants que soient ces détails, et nous nous bornons au fait final :

Les recherches en étaient là lorsque je lus, dans un extrait du *Chemiker-Zeitung*, que, d'après les travaux d'Oscar Gross, la décoloration de certaines couleurs résultait de l'oxydation. J'essayai, en ajoutant des matières oxydantes, d'accélérer la décoloration; nous revenons ici aux premiers essais avec mélange de gélatine. De la gélatine fut préparée avec, au lieu d'eau ordinaire, de

l'eau oxygénée; successivement chacune des trente et une couleurs (trente couleurs d'aniline et la chlorophylle) y fut ajoutée; des essais furent coulés sur des plaques opales. L'exposition eut lieu après dessiccation. Le résultat fut frappant; chez la plupart des couleurs, l'adjonction de l'eau oxygénée augmenta extraordinairement la sensibilité. Mais toutes les couleurs ne supportent pas cette adjonction; quelques-unes modifient leur teinte même dans l'obscurité, ou se décolorent complètement (par exemple : rubis S, vert éthyle, vert malachite). En mélangeant les couleurs à la solution de gélatine, on doit prendre, si possible, des solutions concentrées, et verser d'abord le rouge, puis le jaune, enfin le bleu. La chlorophylle n'est pas aussi nécessaire que dans les essais décrits plus haut. Le mélange final doit avoir une teinte indifféremment grise ou bleu noir. La préparation possède à peu près la sensibilité du papier albuminé. Même après une pose de cinq minutes, aux rayons du soleil, on peut obtenir, sous un transparent coloré, les couleurs suffisamment reproduites. Des poses à la chambre noire, lorsque le soleil est au zénith et avec un objectif très lumineux, pourront exiger deux ou trois heures.

Comme je n'ai pu réussir ces essais qu'à la fin de l'automne, lorsque la lumière était déjà très mauvaise, je n'ai naturellement pas pu songer à faire des épreuves à la chambre; cependant j'ai réussi quelques photographies du spectre solaire.

Les mélanges suivants sont particulièrement favorables : érythrosine (ou éosine) + uranine (ou jaune thyazol) + bleu méthyle + chlorophylle. Au point de vue de la sensibilité des mélanges, le mode de séchage a une importance considérable. Si l'on verse la gélatine colorée sur un verre opale, la dessiccation demande encore vingt-quatre heures. Les plaques n'ont pas alors la sensibilité maximum qui peut être atteinte. Pour y arriver, il faut une dessiccation rapide sur une plaque chauffée et bien horizontale. Le séchage de la couche doit être

achevé en une heure; si l'on sèche plus vite, le bleu en souffre et les blancs sont teintés de jaune. Pendant la lente dessiccation, l'oxygène en excès dans la pellicule se dégage et l'on arrive aux mêmes résultats que si la gélatine avait été gonflée dans l'eau (H^2O) et non dans l'eau oxygénée (H^2O^2). Et même la plaque séchée rapidement perd, elle aussi, après quelques jours, sa haute sensibilité; on peut la raviver en retrempant la plaque dans un bain d'eau oxygénée.

En faisant ces essais, je fis une remarque digne d'attention. Les parties des plaques sensibles qui n'étaient pas couvertes par les diapositives colorées ne changeaient que très peu, même au soleil le plus brillant. Pour atteindre la haute sensibilité il faut que la couche colorée soit couverte. Nous nous rapprochons ici de l'idéal du photographe : on met la plaque dans le châssis sans chambre noire; la grande sensibilité à la lumière n'apparaît que lorsque la couche sensible se trouve dans le châssis sous une plaque de verre transparent, dans le châssis-presse sous l'image transparente à copier. Afin d'examiner immédiatement ce phénomène, je fis l'expérience suivante : sur une plaque préparée fut posée une mince bande de verre transparent; un morceau identique fut fixé à l'aide de baume du Canada. Sous ce dernier morceau la couche se décolora le plus vite à la lumière sous le morceau librement posé cette décoloration fut également rapide, sauf sur les bords où elle fut plus lente. La pellicule à l'air libre se modifie peu à la lumière. Ce phénomène à première vue bizarre peut s'expliquer comme suit : L'oxyde libéré par l'insolation est retenu par le verre à la surface de la pellicule et vient activer la décoloration. Si l'on fixe un transparent avec du baume du Canada sur la pellicule colorée, peu à peu une partie du baume est écartée par des bulles d'oxygène qui se forment. Dans quelques rares cas la pellicule colorée non recouverte se décolora aussi vite que celle recouverte de verre. Nous ne pouvons pas donner d'explication de ce phénomène.

Souvent la couche de gélatine est traversée pendant l'exposition par de fines petites bulles d'oxygène. Cette apparition est plus ou moins forte suivant les zones colorées, elle est la moins forte sous le rouge. Afin d'arrêter la formation de ces bulles dans la couche, formation qui pourrait continuer encore après la pose, l'auteur ajouta à la gélatine du sulfite de soude ou trempa la plaque immédiatement après l'exposition dans du sulfite de soude. Les deux méthodes sont pratiques. D'autres corps absorbant l'oxygène (par exemple le métabisulfite de potasse) pourraient être utilisés de la même façon. Par l'adjonction de sulfite de soude, la sensibilité générale de la plaque est encore augmentée.

Une couche de gélatine colorée, séchée comme de la corne, est moins sensible que celle que l'on ramollit légèrement en y projetant l'haleine humide.

Des images obtenues ainsi donnent de très beaux rouges, jaunes et verts, mais le bleu laisse à désirer. Une grande amélioration du bleu est obtenue de la façon suivante : Les plaques sont d'abord recouvertes de collodion; puis on y verse la couche de gélatine colorée. La couleur bleue (bleu méthyle) est absorbée par le collodion et les plaques ainsi préparées montrent dans l'image achevée des bleus beaucoup plus beaux. Le temps de pose n'est pas augmenté d'une façon sensible. On peut également teindre d'avance le collodion au bleu méthyle.

Le mieux est de verser le mélange de gélatine et de couleurs sur des plaques opales. On obtient ainsi avec des couches minces et colorées d'une façon pas trop intense des couleurs très brillantes. Lorsqu'on emploie comme support du verre transparent, l'image achevée apparaît légère et mate dans les teintes si l'on ne verse pas une couche très épaisse de gélatine avec une forte dose de matières colorantes. Si l'on veut avoir des diapositives avec des couleurs intenses, on peut y arriver en transportant de l'opale plusieurs couches de collodion et gélatine après qu'elles sont copiées sur une plaque de verre ou on les repère. Si l'on veut avoir l'image sur

carton blanc, il faut avoir soin de le recouvrir auparavant d'une solution de caoutchouc et de collodion. Sinon la couleur pénétrerait dans les fibres du papier, ce qui augmenterait extraordinairement le temps de pose.

En ce qui concerne le fixage des couleurs, nous avons vu plus haut que la couche est peu sensible à la lumière si on ne la recouvre pas de verre ou de substances semblables. Si on laisse l'image pendant quelques jours, la sensibilité continuera à diminuer par suite de l'émission de l'excès d'oxygène qui subsiste. Des images de ce genre sont par conséquent, sans traitement subséquent, suffisamment fixées (demi-fixage) pour les usages ordinaires, à condition, bien entendu, qu'on ne les expose pas inutilement à une lumière très intense. Mais on peut atteindre un fixage complet des couleurs en trempant l'image achevée pendant un instant dans une solution concentrée de sulfate de cuivre ou d'un autre sel de cuivre, et en la lavant ensuite. Mais par ce traitement on obtient une légère modification des couleurs (teinte verte); il est douteux que l'on puisse écarter ce petit inconvénient.

L'influence favorable de l'eau oxygénée se fait également sentir si on l'ajoute directement aux couleurs sans le concours de la gélatine, et qu'on y trempe ensuite du papier; cependant la présence de la gélatine semble être particulièrement utile.

Si nous publions ainsi, sans réserves, les résultats de recherches fatigantes et absorbantes, c'est que nous espérons que bientôt un grand nombre de chercheurs continueront ces études et qu'ainsi il sera donné d'atteindre des résultats plus satisfaiants encore. Il reste encore beaucoup à faire : En première ligne, il faut augmenter la sensibilité de telle façon que des poses courtes à la chambre noire soient possibles. Il n'est pas douteux que l'on puisse dans cette direction faire des progrès, étant donnés ceux qui ont déjà été réalisés. Jusqu'ici l'auteur n'a essayé qu'un seul corps abandonnant de l'oxygène : l'eau oxygénée. Peut-être que d'autres

corps de ce genre agissent encore d'une façon bien plus marquée sur la sensibilité des mélanges de corps colorants. La haute sensibilité de la chlorophylle démontre que d'autres matières colorantes que les couleurs d'aniline doivent entrer dans le cercle des recherches, par exemple celles des fleurs. Peut-être que le rouge pourpre des roses odorantes est, lui aussi, fugitif comme le vert des feuilles. Les constatations faites dans quelques cas sur la continuation de la décoloration après l'exposition donnent l'espoir qu'il sera peut-être possible de copier les couleurs à la lumière et de les développer ensuite. La nécessité de couvrir la pellicule pendant l'exposition fait songer à exposer les plaques préparées dans une cuvette remplie d'oxygène, d'ozone ou d'autres gaz. La merveilleuse sensibilité de la cyanine dans la gélatine humide engage à essayer, en dehors des trente couleurs d'aniline employées par l'auteur, les miliers de couleurs d'aniline dont nous ont gratifiés les temps modernes. Bien des choses insoupçonnées viendront au jour, mais il faut beaucoup de travail et une patience incommensurable. Il ne faut pas perdre courage, même si plusieurs mois se passent en vains travaux.

Expériences de Photographies en couleurs, de M. Worel.

La *Photographische Correspondenz* a publié un résumé du procédé que M. Karl Worel étudie depuis trois ans. Il ressemble beaucoup, par certains côtés, à celui du Dr Neuhauss, mais il existe entre les deux méthodes quelques différences.

Comme dans le procédé du Dr Neuhauss, celui de M. Worel repose sur le blanchiment de certains pigments colorés par l'action de la lumière,

et ses recherches ont eu pour objet la solution des trois problèmes suivants :

1° Est-il possible d'isoler les couleurs rouge, jaune, vert et bleu par l'action décolorante de la lumière, quand le papier est préparé avec un mélange des trois couleurs primaires?

2° La tendance spéciale à la destruction, par l'action de la lumière, de chacun des pigments peut-elle être augmentée de telle sorte que l'isolement des couleurs puisse se produire en quelques heures, et cette tendance peut-elle être contrôlée de telle façon que les couleurs puissent être ramenées à leur état de sensibilité originale sans que ce soit au détriment des impressions?

3° Est-il possible de diminuer par des moyens convenables, ou de détruire complètement la sensibilité des couleurs dans leur état primitif?

Le procédé Worel est basé sur les expériences qui ont été faites dans le but d'élucider les trois propositions qui précèdent.

1° On a trouvé que certaines couleurs rouges, jaunes et bleues, étendues à la surface d'une feuille de papier, reproduisaient la couleur de la lumière incidente, si le mélange était dans des proportions convenables par rapport à la sensibilité des couleurs différentes et si la pose était suffisamment prolongée.

2° Que le groupe des huiles à base d'éther comprenait certains composés qui augmentent la

sensibilité à l'action de la lumière de certains pigments colorés organiques. L'évaporation de ces huiles, quand elles sont exposées à la chaleur et leur solubilité dans certains fluides qui ne dissolvent pas les matières colorantes, donnent le moyen de ramener les couleurs de leur état de sensibilité exagérée à leur état normal.

Environ cent sortes de diverses huiles d'éther, existant dans le commerce, ont été essayées, et l'on a trouvé que l'huile d'anis constituait le sensibilisateur le plus puissant.

Il a été prouvé par l'analyse que les propriétés puissamment sensibilisantes de l'huile d'anis du commerce pourraient être attribuées à l'anéthol.

3° Que des solutions de sel de cuivre fixent ces couleurs, sinon complètement, au moins jusqu'à un point suffisant, pour le but pratique à atteindre. (M. Worel n'a pas réussi à fixer complètement les impressions sur papier.

D'une façon générale, le procédé peut être décrit comme il suit : Du papier à écrire, exempt de pulpe de bois, est plongé dans un bain composé de solutions alcooliques de primevère, bleu Victoria, quelques gouttes de cyanines, curcuma, auramine et d'une certaine quantité d'anéthol.

La composition du bain est essayée à l'aide d'un négatif formé de lames de verres bleu, rouge, jaune et vert, qu'on expose à la lumière solaire.

Si la composition est correcte, les quatre couleurs devront être bien rendues.

La température du bain doit être de 20° C, et le papier doit être séché à cette même température.

L'impression s'opère à travers un vitrail ou un positif coloré. Le bain se détériore rapidement, et il est nécessaire de tirer les épreuves aussitôt que le papier est prêt.

D'une façon générale, la transparence de l'original, les bains faiblement colorés, l'excès d'anéthol et une vive lumière, donnent des impressions rapides, tandis qu'un original vigoureux, des bains fortement chargés en couleurs, une faible dose d'anéthol et une lumière peu intense, donnent des impressions lentes.

Ces bains faiblement colorés et un excès d'anéthol donnent aussi des impressions faibles, tandis que des bains très colorés avec une addition d'anéthol légère, donnent des impressions énergiques et une plus grande stabilité.

Après l'impression, on introduit l'image dans un bain de benzine pure, dans lequel on la laisse, à l'abri de la lumière, pendant une heure, et l'on sèche à une température de 30° C. L'anéthol doit être entièrement enlevé dans ce bain, sans quoi les couleurs se terniraient.

Répéter l'emploi de ce bain si les images retiennent la moindre odeur d'anéthol.

Fixer, dans une solution de sulfate de cuivre,

pendant 2 ou 3 heures, puis laver et faire sécher l'image.

Historique. — Contribution de Clerk Maxwell à la Photographie des couleurs, ou le rouge, le vert et le bleu.

Par E. Howard Farmer.

En l'année de la découverte de la Photographie, en 1839, il y eut des personnes qui eurent la pensée qu'on pourrait arriver à la fixation des couleurs visibles dans la chambre noire.

Robert Hunt avait déjà obtenu quelques résultats avec un certain papier sensibilisé, montrant que son exposition à la lumière diffuse sous des verres rouge, jaune ou vert, devenait rouge sous le verre rouge, jaune sous le verre jaune, et vert sous le verre vert. Il écrivit alors les lignes ci-après :

La couleur seule fait défaut et il y a des motifs suffisants de croire que par des recherches progressives on arrivera, avant longtemps, à des procédés permettant d'obtenir les délicieuses images de la chambre noire à l'état permanent, avec toute la beauté des couleurs éclatantes qui donnent aux paysages de la nature leur charme exquis et leur caractère enchanteur.

Ces indications et expériences de Hunt ont une grande valeur parce qu'elles sont une preuve de la conviction de bien des personnes enthousiastes,

quant à la possibilité de reproduire les couleurs aussi bien qu'au sujet de la façon de réaliser cette reproduction.

Ce qui veut dire qu'on désirait ardemment, durant les temps qui ont conduit au complet perfectionnement de la monochromie, qu'on pût trouver une substance apte, après exposition à la chambre noire, à s'impressionner directement d'une façon stable ou bien après un traitement subséquent de manière à conserver les couleurs naturelles des objets.

Des années, toutefois, se sont écoulées sans qu'un progrès réel ait été accompli; en 1850, ou aux environs de cette date, Clerk Maxwell, professeur suppléant au collège de la Trinité, à Cambridge, se livrait à l'étude de la couleur.

Vers 1855, alors âgé de vingt-quatre ans seulement, il avait imaginé un système complet de reproduction des couleurs par la Photographie.

Cette méthode fut publiée dans une Note communiquée à la Société Royale d'Edimbourg, 1855 (vol. XXI), ayant pour titre : *Expériences sur la couleur.*

Je puis affirmer que les couleurs d'un paysage peuvent être obtenues à l'aide d'impressions sur une préparation également sensible à toutes les couleurs.

Si l'on place une plaque de verre rouge devant une chambre noire, et qu'on fasse agir la lumière, le positif

de cette épreuve sera transparent partout où la lumière rouge a été abondante dans la vue, et opaque là où elle a manqué.

Si maintenant on place cette épreuve recouverte d'un verre rouge dans la lanterne magique, une image rouge sera projetée sur l'écran.

Si l'on répète cette opération avec le verre vert et le verre violet et qu'à l'aide de trois lanternes on amène les trois images à se superposer sur l'écran, la couleur, sur quelque partie que ce soit de l'écran, concordera avec celle du point correspondant de la vue et en réglant convenablement les intensités des lumières, etc.... On aura une copie complète du paysage, autant qu'il sera possible de projeter sur l'écran les radiations colorées visibles.

La seule différence apparente sera que la copie sera moins vigoureuse et moins pure quant aux couleurs par rapport à l'original.

Nous avons bien là la première conception, claire, définie et frappante de la méthode de reproduction des couleurs, que nous considérons aujourd'hui avec l'espérance de constituer la solution du problème de la reproduction des couleurs par la Photographie, et en jetant un regard en arrière vers cette époque, nous pouvons juger de l'immense progrès accompli depuis cette publication.

Soixante années se sont écoulées et ont été absorbées par ceux qui ont fait des recherches sur ce sujet, par la recherche de substances susceptibles de réfléchir spontanément et d'une façon permanente, par l'action de la lumière, les nuances infinies de la nature.

Clerk Maxwell, d'un seul coup, a donné la vraie marche à suivre.

Pendant seize années, la plaque sensible fut considérée universellement comme constituant seulement un moyen de reproduire les gradations de lumière et d'ombre.

Quarante-sept ans ont passé depuis, et, d'une façon générale, les négatifs sont encore regardés comme propres à ce seul objet. Clerk Maxwell, dans quelques mots très brefs, nous a indiqué avec la plus grande exactitude que nos négatifs sont des rappels de couleurs.

Il est vrai que dès les premiers temps les plaques photographiques n'étaient sensibles qu'aux radiations violettes, mais on sait maintenant que les négatifs peuvent constituer un rappel exact de cette couleur dans ses divers degrés, tels qu'ils existent dans l'original.

Clerk Maxwell nous a démontré que, par trois reproductions analogues, les autres étant celles du rouge et du vert, toutes les couleurs de la nature pouvaient être rendues.

Clerk Maxwell, au milieu d'autres études, continue ses recherches sur la couleur, et les *Transactions de la Société Royale* de 1860 contiennent une Note de lui sur la *théorie des couleurs composées*. En lui décernant la médaille de Rumfort, le major général Sabine, qui était alors vice-président de la Société Royale, dit :

Les recherches pour lesquelles la médaille de Rumfort est décernée concernent les remarquables résultats grâce auxquels toutes les couleurs du spectre et par suite toutes celles de la nature qui ne sont qu'un mélange du spectre, peuvent être parfaitement imitées à un degré d'approximation très élevé, par le mélange des trois couleurs actuellement susceptibles d'être reproduites, qui sont le rouge, le vert et le bleu, appartenant respectivement à trois zones du spectre.

Cette Note contient les célèbres courbes et diagrammes de Maxwell qui montrent :

1° Le rouge, vert et bleu, spécialement visé par le major général Sabine ;

2° Les proportions dans lesquelles, une fois mélangées, elles imitent toutes les couleurs du spectre et ces seuls mots de Maxwell : « Puisque les couleurs de la nature sont composées de toutes les couleurs du spectre, elles peuvent être composées de ces trois couleurs primaires ».

Dans cette Note, il n'est fait aucune allusion à la Photographie, mais l'année suivante, dans une lecture à l'Institut Royal, il y revint une deuxième fois et il décrivit de nouveau son système de 1855, mais en substituant à ses verres colorés trois solutions formées, l'une de sulfocyanure de fer, l'autre de chlorure de cuivre, et la troisième de cuivre ammoniacal, et où il reconnaissait ce qui est si bien établi aujourd'hui, que les verres colorés ont une valeur indéterminée et son complètement insuffisants. Il ne dit pas alors que les

reproductions sont moins pures que l'original ; bien au contraire, s'en rapportant à sa démonstration, il affirme « qu'en donnant une sensibilité convenable au rouge et au vert, la reproduction sera une représentation des rubans exactement copiés ».

En 1861 comme en 1855, nonobstant la réputation de son auteur et celle qui le pose maintenant, sans discussion, comme étant la première autorité en matière de couleurs, il ne semble pas qu'il ait été rien publié spécialement concernant la méthode de tirage et de reproduction des couleurs avec l'aide de la Photographie.

Tandis que le monde intellectuel pouvait apprécier ses recherches purement scientifiques et y applaudir, la technique de l'Art photographique n'était pas encore suffisamment en progrès pour que les adeptes de cet art pussent utiliser pratiquement les indications de Maxwell ou même juger de leur valeur.

Louis Ducos du Hauron redécouvrit subséquemment la méthode de tirage des couleurs de Maxwell et indiqua, parmi plusieurs autres applications, que par l'usage de pigments transparents dont la couleur est la complémentaire de celles des rappels fournis par les négatifs, cette méthode peut être employée à la production d'impression en couleurs.

A cette époque commençait la guerre franco-

germanique, et Louis Ducos du Hauron, en dépit de ses recherches, laissa là les travaux scientifiques pour se mêler aux combattants.

En 1879, toutefois, lui et plusieurs de ses élèves, notamment Artigue, de Bordeaux, et Albert, de Munich, obtinrent d'excellents spécimens.

Des années continuèrent à passer, et tandis que les indications de Maxwell relatives à la photographie étaient oubliées, ses recherches sur la couleur et ses courbes des couleurs étaient publiées dans d'autres pays, lorsqu'un beau jour il arriva une chose étrange : quelques personnes se rappelèrent que, puisque Maxwell avait démontré qu'il pouvait reproduire le spectre et toutes les couleurs, en mélangeant trois couleurs du spectre dans les proportions indiquées par ses courbes; ces courbes, par suite, constituaient le chaînon qui manquait pour réaliser la reproduction photographique des couleurs, et elles pensèrent que la chose convenable à faire, c'était de régler la sensibilité des plaques de façon qu'elles fussent impressionnées par les diverses radiations dans un rapport correspondant à ces courbes.

Cette théorie plausible, appuyée par des spécimens montrés à tort comme preuves de son efficacité magique, se répandit comme une épidémie, et les vérités les plus dignes de considérations contenues dans les indications de Maxwell sont restées inaperçues et inconnues.

Jusqu'à l'époque actuelle, personne n'a jamais montré que les courbes des couleurs pouvaient être employées sans qu'il en résultât des erreurs fondamentales.

On trouvera que ceux qui en usent s'appuient invariablement sur l'emploi du spectre comme moyen de contrôle, et tout système qui ne conduit pas à une reproduction correcte du spectre est immédiatement condamné.

On arrive à cette conclusion parce qu'une méthode qui reproduit le spectre correctement devra reproduire aussi toutes les couleurs. C'est le contraire qui est vrai, c'est-à-dire que, si le spectre ne peut pas être reproduit, les autres couleurs ne le seront pas davantage.

Mais ce n'est pas ici le cas. Supposons que le spectre qui a été reproduit sur des plaques réglées d'après les courbes de Maxwell soit traduit par les trois bandes étroites des radiations qui constituent les primaires spectrales ; ce nouveau spectre, correct dans toutes ses nuances et intensités, peut être maintenant photographié sans qu'on ait à s'en rapporter aux courbes de Maxwell, parce qu'il peut être reproduit par des plaques sur lesquelles trois bandes étroites des écrans colorés ont dû agir exclusivement; nous avons ici un exemple dans lequel l'analyse et la synthèse sont identiques.

Cela peut être indiqué sous la forme d'un prin-

cipe défini ainsi qu'il suit : Toute couleur formée par le mélange de groupes distincts de radiations peut être reproduite par des plaques sur lesquelles les mêmes groupes de radiations seulement doivent agir ; ou plus brièvement, en pareil cas, les couleurs reproduiront correctement des couleurs de même sorte.

De jour en jour et d'année en année, nous arrivons à être plus intimement convaincus que les couleurs que nous avons à reproduire, d'après les sujets que nous photographions le plus souvent, sont les plus opposées à celles du spectre ; qu'au lieu d'être homogènes, elles se rapprochent du blanc et sont en tout cas fortement mélangées de blanc ; et que la grande majorité de ces couleurs naturelles peut être considérée comme composée de trois groupes de radiations rouge, vert et bleu, qui contiennent la totalité des radiations contenues dans la lumière blanche, ainsi que cela est représenté par les trois solutions de Maxwell, et sont par conséquent correctement reproduites, quand les mêmes groupes de radiations sont employés pour l'analyse.

Si l'on tient à un contrôle pratique, le résultat est une confirmation complète des indications de Maxwell. On trouve que son système conduit à la reproduction des couleurs naturelles (non du spectre) avec une correction admirable, et la relation avec la courbe des couleurs se trouve,

par comparaison, désespérément défectueuse.

Supposons, la chambre noire étant inconnue, qu'un grand homme vienne nous dire qu'il a découvert le moyen d'obtenir à l'aide d'une petite ouverture, pratiquée sur un des côtés de la chambre noire, une image complète de tout ce qui est visible en avant de cette ouverture, aussi bien à quelques pouces que beaucoup plus loin.

Cela est analogue aux courbes de Maxwell et aux primaires du spectre.

Mais si ce grand homme, jugeant que ces images sont trop légères pour être d'un emploi pratique, nous dit aussi qu'avec une lentille de son invention nous pouvons faire usage d'une plus grande ouverture et obtenir encore, à un même foyer, des images très nettes de tous les sujets que nous désirons habituellement reproduire, bien que nous ne puissions, avec cet auxiliaire, obtenir l'image d'un objet situé à quelques pouces.

Cela est analogue à la division par Maxwell de la lumière blanche en trois parties combinées, de telle sorte que les mêmes radiations servent à l'analyse et à la synthèse subséquente; il en résulte que, par le fait d'une traduction parfaite, ce qui semble être d'une complexité infinie devient d'une simplicité parfaite, et cela constitue peut-être la part contributive la plus grande parmi celles, si importantes déjà, qu'il a données à la photographie.

Défectuosité des courbes de couleur quant à leur application à la photographie des couleurs.

Quand on use des primaires du spectre de Maxwell, toute autorité en la matière, sans exception, je pense, accepte comme correctes ses courbes, à la fois pour la reproduction du spectre et des couleurs naturelles; mais il y a bien des choses qui, bien que susceptibles d'être obtenues convenablement dans le laboratoire, pour des expériences scientifiques, sont inutiles pour l'usage de la vie courante.

Les primaires de Maxwell en sont une preuve et elles sont absolument impraticables appliquées à la reproduction des couleurs dans la photographie trichrome, et il est, je crois, universellement accepté que Maxwell lui-même n'a jamais visé une pareille application.

Il devient donc essentiel d'étudier ce sujet en vue d'en tirer quelque chose de pratique, et un point de départ très naturel serait de l'employer à la reproduction des pigments colorés ou des vitraux qui transmettent des bandes de couleurs très rapprochées, quant à leur pureté, de celles des primaires du spectre de Maxwell et qui ont la même nuance.

Cela se produit directement en introduisant dans les nouvelles primaires une certaine quan-

tité d'une ou de deux autres primaires initiales, correspondant, en largeur, aux bandes des radiations du spectre employées....

Dans le cas des primaires rouge et bleue, par exemple, on arrive à remarquer que chaque couleur dans laquelle le rouge et le bleu entrent se trouve dénaturée par l'addition d'un excès de vert.

Ces erreurs peuvent, par une modification des courbes de Maxwell, être réglées de telle façon que la nuance de l'original n'est pas changée par l'emploi d'une primaire impure, mais est simplement diluée avec du blanc, les courbes étant modifiées de telle sorte que l'addition d'un excès d'une primaire est balancée par un excès égal de l'autre.

En pratique, on remarque que les plus ardents partisans du système des courbes de couleurs emploient la méthode des primaires synthétiques de Maxwell sans s'apercevoir qu'ils préconisent en même temps l'emploi d'un système défectueux de reproduction des couleurs.

A première vue, il ne paraît pas très sérieux que les couleurs soient diluées avec du blanc, mais un examen un peu plus complet montre que les couleurs de presque tous les objets qu'on a à photographier, tels que paysages, architecture, portraits, etc., sont toujours excessivement mélangés avec du blanc, et ce fait crée la plus

grande difficulté pratique qu'il y a à surmonter dans la reproduction de ces sujets colorés.

En appliquant le même raisonnement aux reproductions bien plus importantes en couleurs, au lieu d'une dilution avec du blanc, il se produit une dégradation avec du noir et, après quelques expériences, on s'aperçoit que l'emploi des courbes de Maxwell ou de courbes similaires, comme base de la production des impressions trichromes, donne aux couleurs une réduction d'intensité forcée.

Méthode de développement basée sur la durée.

La difficulté de juger convenablement le degré d'intensité des clichés dans une lumière très faible ainsi qu'il le faut pour l'emploi des plaques panchromatiques donne de l'importance à la méthode ci-après, basée sur la durée du développement.

Il n'y a là rien d'absolu et il faut de plus tenir compte de la température des bains développateurs.

Toutefois en se basant sur la durée des opérations après quelques essais préalables, on arrive à des résultats qu'on peut considérer comme *pratiquement réguliers*.

M. Harold Baker a écrit dans un des numéros du *British Journal of photography :*

Il est regrettable qu'il y ait si peu de photographes disposés à adopter la méthode de l'appréciation du développement par sa durée.

C'est une méthode que devraient adopter tons les professionnels; mais, probablement, il en est bien peu qui aient pris la peine de lire ce qui a été dit à ce sujet, et encore moins qui l'aient essayé.

Pourtant c'est une chose absolument simple, ne nécessitant l'emploi d'aucun appareil spécial, et d'une application facile à tout développateur, sauf au révélateur pyro-ammoniacal, parce qu'il est variable en énergie pendant toute la durée du développement, vu que la force de l'alcali va diminuant pendant la durée de l'opération.

Mais on peut en faire usage avec tout développateur préparé avec un alcali fixe.

Pour les photographes professionnels qui ont à développer un très grand nombre de plaques, il est spécialement convenable, et il leur permet de confier cette opération à un aide, avec la certitude d'obtenir des négatifs d'une égale intensité, pourvu que les poses aient été correctes.

Il peut s'appliquer à toutes sortes de plaques, et même aux plaques de divers fabricants développées dans la même cuvette.

La méthode a été souvent décrite, mais elle mérite de l'être encore.

Nous supposerons qu'un photographe ait à développer les photographies de portraits de la journée, les poses ayant été correctes, et qu'il fasse usage de son révélateur habituel, à l'exception de celui au pyro-ammoniaque, et qu'il désire faire l'essai de la méthode basée sur la durée.

Ayant fait le mélange de son développateur, il y met une plaque, et il note le temps qui s'écoule entre ce moment précis et celui où apparaîtront les parties du négatif correspondant aux blancs du sujet.

Ayant opéré de la sorte, il procède au développement comme d'habitude, et quand la plaque semble avoir

atteint à l'intensité désirée, ce dont il se rend compte en examinant le dos de la plaque et en la regardant par tranparence, il note la durée totale du développement.

Il peut maintenant attendre que le fixage soit terminé et se rendre mieux encore compte de la correction de l'intensité.

Si le négatif est trop intense, la durée du développement a été trop longue, et s'il est trop faible, elle a été trop courte. Si la plaque est bien au point voulu, il peut être certain d'obtenir la même intensité pour toutes les autres, si elles ont été convenablement posées, mais il doit d'abord établir le facteur à multiplier par la durée du moment d'apparition, pour obtenir la durée totale du développement.

Cela s'obtient en divisant cette durée totale par la durée de l'apparition.

Supposant que la durée de l'apparition soit de 30 secondes et que la durée totale du développement soit de 5 minutes : il y a dix fois 30 secondes dans 5 minutes, et par suite le facteur multiplicateur est 10.

Il peut maintenant confier à son aide toutes les autres plaques, en lui donnant les instructions nécessaires, qui, si elles sont observées avec soin, le conduiront à produire une série de négatifs, d'une égale intensité, pourvu, bien entendu, que les poses aient été correctes.

Si l'aide, par suite d'une erreur, dilue le développateur trop ou trop peu, le résultat sera le même, vu que l'addition d'eau allonge simplement la durée du développement et de la première apparition dans le même rapport.

La question de température n'a pas été considérée, mais elle a, comme on le sait, un effet très marqué.

La température du développateur devra donc être maintenue uniquement pendant toute la durée de l'opération.

Comme expérience relative au développement, il est intéressant, après avoir impressionné une plaque, de la couper en deux et de développer une moitié avec le révélateur normal en notant avec soin la durée écoulée avant

l'apparition et la durée totale du développement, puis développant la deuxième moitié avec le même révélateur largement dilué, notant encore le moment de l'apparition et multipliant par le facteur trouvé lors du premier développement, on arrivera ainsi à l'obtention de la durée du développement.

Une fois fixées, les deux moitiés auront exactement la même intensité.

C'est là un fait que peu de personnes admettent, mais faites-leur faire cette expérience et elles seront convaincues.

J'étais moi-même sceptique, jusqu'à ce que j'aie entrepris de faire quelques démonstrations pour illustrer une Note de M. Alfred Watkins, présentée à la Société photographique de Birmingham. J'avais exposé à l'avance quelques plaques pour les expériences, en ayant coupé une en deux, M. Watkins me demanda d'en prendre une moitié et de la mettre dans un révélateur dont il ignorait la composition. « Dites-moi, dit-il, le moment où vous plongerez la plaque dans le révélateur, puis quand l'image commencera à apparaître et aussi quand vous jugez que le développement est complet. »

Ces indications furent suivies et la première moitié introduite dans le fixateur. « Maintenant, dit-il, prenez la deuxième moitié et diluez le développateur autant qu'il vous plaira. Dites-moi à quel moment vous l'y mettez et aussi celui où l'image commencera à paraître, et je vous dirai quand il faudra arrêter l'opération. » Quand les deux moitiés furent fixées, il était impossible de distinguer l'une de l'autre : cependant une des deux avait été développée durant un temps beaucoup plus long que l'autre, mais dans un révélateur dilué avec une quantité d'eau cinq ou six fois plus grande.

On peut objecter que cette méthode opératoire réduit la photographie à un simple procédé mécanique. Mais une pareille ojbection est absurbe; elle n'est pas plus mécanique ainsi que lorsqu'on pèse ou mesure les révélateurs, ou que l'on calcule la durée de la pose.

Si le photographe désire produire un effet spécial quelconque, il sait qu'il lui faut une sorte de négatif d'une valeur particulière, et il dirige la durée de sa pose et la nature de son développement de la façon qui lui semble devoir produire le négatif désiré, en adoptant la méthode de la durée, il peut en tout temps être sûr d'atteindre juste à l'intensité qui lui est nécessaire.

De plus, il peut être certain que ses négatifs seront d'une valeur plus uniforme quant à leur intensité.

Et que cette uniformité lui évitera bien des pertes de temps et de produits; que ne donneraient pas l'imprimeur, le retoucheur et l'agrandisseur pour avoir affaire à des négatifs uniformes!

Les nouveaux révélateurs tels que l'ortol, etc., peuvent être employés successivement au développement de plusieurs plaques; mais, la deuxième fois qu'on en use, ils ne travaillent pas seulement plus lentement, mais ils produisent un aspect différent, vu que l'image sera visible par le dos de la plaque à un moment du développement plus rapproché, et si l'intensité est jugée par l'effet observé au dos de la plaque seulement, on la sortira et elle sera fixée avant d'avoir été développée suffisamment.

Mais, par la méthode de la durée, on peut être certain d'avoir exactement la même intensité qu'avec un révélateur neuf.

Il n'est pas nécessaire de sortir la plaque de la cuvette pour l'examiner, de telle sorte qu'on n'a pas à craindre l'altération des bords par le contact des doigts, et la plaque ne sera pas voilée par son examen auprès de la lampe pour juger de son intensité.

Les avantages sont si nombreux qu'il est surprenant qu'il y ait si peu de personnes ayant adopté cette méthode.

Bien que l'observation de la durée puisse s'effectuer avec une montre, il est préférable de faire usage d'un chronomètre fabriqué spécialement pour cet objet; il a un cadran facile à voir dans la chambre noire et aussi une table grâce à laquelle on évite l'ennui de calculer.

(*Anthony's Bulletin.*)

Portrait d'après nature obtenu par M. le professeur Miethe.

On a beaucoup admiré cette épreuve que de nombreux journaux photographiques ont publiée.

La plupart des reproductions d'après nature, par la photographie indirecte des couleurs, laissaient fort à désirer. M. Miethe, par une étude raisonnée de la question, et grâce à l'emploi d'écrans convenablement préparés, est arrivé à une solution des plus satisfaisantes et qui prouve bien que l'illustration des publications, avec des images en couleurs, est appelée à se généraliser avec le plus grand succès, en s'appliquant aussi bien à la copie des œuvres d'art qu'aux sujets d'après nature.

Voici quelques détails relatifs à la façon dont il a été procédé pour l'obtention de cette épreuve.

L'impression a eu lieu sur des plaques panchromatiques de Perutz, de Munich, d'après les formules indiquées par M. Miethe. La durée de la pose totale, en lumière bien claire, a été environ 5 secondes et demie, décomposées ainsi : 1 seconde pour l'écran bleu, 1 seconde et demie pour l'écran vert, et 3 secondes pour l'écran rouge.

La chambre noire est spéciale aux travaux trichromes, mais de petit format et portative.

Les trois poses ont été successives, mais sur une seule plaque.

La sensibilité de la plaque panchromatique pour la zone du rouge du spectre vers la ligne D est environ le 1,25 de celle de la zone située entre la ligne D et la longueur D′ ou de 535, tandis que la zone située entre la longueur 535 et l'extrême violet visible, est d'environ 0,1, en prenant le vert comme unité.

Le écrans préparés par le Dr Miethe, pour portraits en pleine lumière, sont ajustés pour le rouge, le vert et le bleu, avec les durées de pose de 2, 5; 2 : 1. Le réglage des poses pour les divers écrans a une grande importance. Pour le rendre plus facile, M. le Dr Miethe a construit un photomètres à trois échelles, donnant une série d'intensités lumineuses graduées de 1 à 16. La teinte n° 10 du bleu est choisie comme unité servant de base. Trois petites plaques sont placées dans le photomètre et exposées sous leurs écrans de couleur, à la lumière solaire réfléchie par une feuille de papier blanc, pendant quelques secondes. Les plaques sont développées et les opacités, qui concordent avec le n° 10 du bleu, donnent l'indication de la pose correcte afférente à chacune des trois couleurs.

Il est bien évident que, dès que l'on arrivera couramment à produire des épreuves en couleurs de cette valeur, l'illustration polychrome prendra

une place de plus en plus importante dans tous les livres et revues qui, ainsi illustrés, auront bien plus de valeur et de charme.

Écran propre aux plaques panchromatiques.

Pour obtenir la vraie valeur des couleurs avec ces plaques, dit M. Miethe, on doit laisser le rouge produire son effet, et cela nécessite l'emploi d'un écran ayant une tendance vers l'orangé. Un écran pour panchromatiques s'obtient en additionnant la solution gélatineuse de tartrazine d'un peu de couleur rouge.

La couleur rouge doit être convenablement choisie quant à ses propriétés absorbantes. Les couleurs rouges les plus claires donnent un spectre d'absorption montrant de larges bandes dans le vert, c'est-à-dire qu'elles absorbent certaines radiations vertes et qu'elles ne peuvent conséquemment être employées dans les écrans. Parmi les couleurs azo, toutefois, il y a quelques matières colorantes exemptes de ce caractère et qui sont, par suite, très convenables aux écrans.

Le rouge appelé *genuine red*, de la fabrique de couleurs de Fried, Bayer et Cie, d'Elberfeld en Allemagne, remplit mieux les conditions requises. On l'emploie dans le rapport de une partie et demie pour chaque dix parties de tartrazine.

Les solutions des deux couleurs sont mélangées et ajoutées à la solution de gélatine. Avec cet écran et une plaque panchromatique préparée à la cyanine et érythrosine, on obtient une reproduction parfaitement correcte de la valeur des couleurs, et l'on peut reproduire une vue de paysage possédant une grande perfection de tons. Pour la reproduction des peintures à l'huile spécialement, qu'il est impossible d'obtenir sur des plaques ordinaires, cet écran combiné avec ces sortes de plaques travaille parfaitement.

Emploi d'une quatrième couleur dans les impressions phototypographiques polychromes.

Le numéro 7 du *Bulletin de la Société Française de Photographie* contient un article, débutant ainsi :

L'emploi d'un quatrième tirage en noir ou en bistre dans la pratique des impressions trichromes industrielles, paraissant être encore recommandé aujourd'hui, dans le but de faciliter l'ensemble des opérations de sélection et de synthèse, mon intention est de faire ici une étude aussi complète que possible de la question en vue de démontrer l'inopportunité de cette impression supplémentaire.

Dans le même numéro se trouve un *portrait d'après nature* en couleurs, d'une crudité, d'un manque de fondu tel que l'on ne saurait mieux le comparer qu'avec une image coloriée au poncif. Tout y est découpé, plaqué et, par suite, sans relief, sans air.

Si c'est pour démontrer l'inutilité d'un quatrième tirage d'une valeur neutre que cette épreuve a été jointe à l'article en question, le choix n'est vraiment pas heureux.

Certainement, une quatrième couleur neutre est inutile dans les cas de sélection bien faite; mais quand on ne réussit pas mieux le tri des couleurs que dans cette sorte de gravure de mode, il ne serait pas de trop de fondre tout ce rappel de

tons criards, ainsi présentés, dans une gamme de modelés donnant mieux le sentiment de la perspective, éteignant un peu ce fond, dans lequel le sujet fait un trou au lieu de venir en avant.

Les théories de l'auteur de l'article cité n'ont rien à voir avec certains tirages purement industriels, où l'art serait trop long et trop difficile, et c'est pourquoi, tout en connaissant aussi bien que lui les possibilités de la trichromie, nous n'hésitons pas, quand il s'agit de purs rappels de couleurs ou de sélections mal faites, ce qui est le cas le plus général, à conseiller l'emprisonnement de tout cela au sein d'une épreuve *neutre*, et d'une nuance appropriée à la tonalité générale du sujet.

Ne jouons donc pas sur les mots.

Si l'on veut voir une épreuve trichrome bien faite et répondant, à notre avis, aux *desiderata* les plus difficiles des amateurs des impressions typographiques à trois couleurs en simili, il n'y a qu'à voir la magnifique épreuve tirée d'après des clichés de M. Miethe et publiée dans le n° 4 de 1902 de la *Revue* ayant pour titre : *Das Atelier der Photographen* (Wilhem Knapp, éditeur à Halle).

Évidemment ici la quatrième couleur, indispensable dans les cas analogues à celui du fils du ciel sus-indiqué, est absolument inutile et les trois couleurs *théoriques* se suffisent.

Cette œuvre, — portrait d'après nature également, — est absolument charmante, et, bien qu'il

y ait quelques réserves à faire à son sujet, en ce qui concerne la saturation, nous nous en contentons, de même qu'on se contente d'une belle aquarelle, bien que celle-ci ne saurait, quant à la solidité des tons, rivaliser avec une peinture à l'huile.

Il faut compter surtout, si l'on se borne à trois tirages, avec l'impossibilité d'obtenir, par l'impression typographique, le degré de saturation que donnent des impressions où l'*épaisseur* joue un rôle, dans les tirages sur couches de gélatine bichromatée, par exemple.

La typographie manque d'épaisseur, elle n'imprime que par couches également minces, ce qui rend impossible l'obtention des valeurs *sursaturées*, au moins dans la pratique des tirages courants. C'est pourquoi ses résultats confinent plutôt vers l'aspect aquarelle que vers la peinture à l'huile.

Il n'est pas moins vrai que lorsqu'on arrive à produire des œuvres telles que celle qui vient de provoquer notre admiration, et semblables aussi à celles que produit en France la maison Hemmerlé, de Lyon, dont nous avons également remarqué les magnifiques résultats, on a bien le droit de pousser à l'emploi, dans l'illustration du livre, de procédés appelés à donner, aux publications illustrées de la sorte, un attrait bien autrement séduisant que celui des images monochromes.

C'est là qu'est l'avenir de l'iconographie des Revues et autres ouvrages (*Moniteur de la Photographie*).

Il est utile d'indiquer ici comment on peut arriver à produire le négatif propre à la quatrième couleur, couleur généralement neutre donnant sur le bistre et sur le gris bleuté.

Cette teinte additionnelle doit servir surtout à donner à l'épreuve en couleurs plus de corps, à accentuer mieux les vigueurs, à préciser mieux le dessin. Il convient donc de recourir à un négatif du sujet obtenu sur une plaque sensible au rouge ou panchromatique à travers un écran jaune destiné à modifier les bleus.

Le négatif doit être *sous-exposé* et développé de façon à présenter des contrastes très accusés; il doit donc être *dur*, soit très vigoureux dans les grandes lumières et très transparent dans les ombres. Ces derniers surtout s'imprimeront avec la quatrième couleur et produiront l'effet désiré en accusant davantage les valeurs ombrées et donnent par contraste, plus de luminosité aux parties claires, tout en contribuant à une plus parfaite harmonie d'un ensemble mieux enveloppé.

La cinématographie en couleurs.

D'après une lettre de M. Lascelles Davidson adressée au *British Journal of photography*, il

semblerait que la cinématographie en couleurs serait un fait; si cela est exact, il est facile de concevoir l'importance et l'attrait que présenterait une pareille application.

M. Lascelles Davidson écrit qu'il a fait une étude spéciale de la cinématographie en couleurs, et qu'il y a réussi bien au delà de ses espérances en prenant et projetant des images animées en couleurs.

Il pense qu'un résumé de son procédé peut-être intéressant pour les lecteurs de ce journal.

Ma première idée, dit-il (qu'il a abandonnée pour quelque chose de mieux), consistait dans l'adjonction d'un obturateur supplémentaire portant des écrans de couleurs rouge, bleu et vert (ou jaune) de dimensions différentes, de façon à égaliser la durée de la pose pour chacune des couleurs différentes et de les faire tourner excentriquement par rapport à l'obturation normale.

Par ce moyen, des négatifs sont pris alternativement à travers les écrans des diverses couleurs, chaque quatrième pose ayant lieu à travers l'écran rouge, et ainsi de suite à travers les couleurs suivantes bleu et vert.

Cela marche très bien, mais en projetant le résultat coloré sur l'écran, en conjonction avec l'obturateur tournant, contenant les écrans des couleurs convenables, les couleurs apparaissent comme lavées et manquant de vigueur, ce qui sans doute provient de ce que les images successives sont projetées sur l'écran avec des intervalles d'obscurité entre chaque couleur.

Il est impossible de superposer les monochromes (pris successivement de prime abord) avec l'aide de miroirs parce que les images en mouvement ne sont pas semblables et qu'elles occupent des parties différentes de la pellicule, à moins de réaliser des poses très rapides

sur des objets se mouvant très lentement : mais c'est un très mauvais moyen de chercher à vaincre les difficultés, même si l'on pouvait obtenir des poses très rapides ce qui maintenant est impossible, et serait à éviter comme impraticable au point de vue commercial.

Maintenant le moyen le plus parfait de photographier et de montrer des vues animées en couleurs, consiste dans l'exposition des trois négatifs simultanément à travers leurs écrans des couleurs respectives, du même point de vue, et de projeter les résultats correspondants simultanément à travers des écrans convenables.

On a ainsi des couleurs parfaitement stables de l'objet en mouvement. Je suis en mesure de montrer des peintures animées en couleurs à douze pieds de distance, avec un éclairage puissant.

Évidemment ce sont là de très intéressants résultats s'ils sont réellement obtenus, et le perfectionnement de cette méthode permettra de donner au cinématographe encore plus d'attrait et de faire de la sorte les démonstrations les plus saisissantes.

Permanence des couleurs.

Puisqu'il s'agit d'appliquer de plus en plus la Photographie à la reproduction des couleurs, il y a lieu, plus que jamais, de se préoccuper de la permanence des matières colorantes à employer. Il convient donc de demander aux fabricants de couleurs celles qu'ils pourront garantir, comme étant douées d'une permanence suffisante. D'ailleurs, le mieux sera toujours de se livrer à des essais en soumettant à l'action lumineuse des gammes de teintes formées avec les couleurs dont on devra faire usage.

Les maisons Lorilleux et Cie, en France, Fleming et Cie, en Angleterre, livrent des couleurs dont elles indiquent le degré de stabilité. Pour l'illustration du Livre, ce choix a moins d'importance, puisque généralement, les livres ne demeurent pas ouverts, et leurs illustrations ne sont exposées à la lumière que peu de temps. Mais il n'en est pas de même pour les épreuves destinées à être continuellement soumises à une action lumineuse, même faible; il convient donc de ne consacrer à leur impression que des substances colorantes susceptibles de durer.

Transfert sur toile, sur bois, ou tout autre support définitif des images polychromes.

Il s'agit ici d'une sorte de décalcomanie qui s'impose quand on veut appliquer les impressions polychromes à des imitations de tableaux, à la décoration de panneaux de bois ou d'autres surfaces.

Pour arriver à ce résultat, il faut tout d'abord imprimer les images sur du papier préparé de façon à en faciliter le transfert. Ce papier est généralement recouvert d'un enduit soluble dans l'eau, mélange de gomme et d'arrow-root ou d'albumine.

Les tirages ont lieu comme d'habitude.

Pour opérer le transfert, on commence par

transporter l'image sur un deuxième papier enduit de gomme laque blanche en dissolution dans de l'alcool, puis recouvert d'une couche de gélatine bien filtrée, à 10 pour 100.

Le papier gélatiné, une fois sec, est conservé pour l'usage. On le mouille alors et l'on applique à sa surface l'image à transférer; on évite avec soin toutes bulles d'air. Après dessiccation, on mouille le dos du premier papier et on le laisse en présence de l'humidité jusqu'à ce que ce papier, dont l'enduit a été ramolli, se sépare aisément de l'image et l'abandonne contre le deuxième support.

Il n'y a plus alors qu'à gélatiner l'image et à l'appliquer contre la toile ou le panneau destinés à le recevoir ; leur surface doit *a priori* avoir été peinte en blanc mat, à l'huile, et cet endroit doit être parfaitement sec. Après dessiccation, on imbibe le dos du deuxième papier avec de l'alcool méthylique, celui-ci ramollit le vernis à la gomme laque et le papier se détache facilement, abandonnant l'image polychrome contre son support définitif.

Retouche des négatifs pour les impressions trichromes.

Cette opération ne présente que fort peu de difficultés. On commence par recouvrir de mat-

tolin (vernis mat) les trois négatifs. Puis on tire une épreuve de chacun d'eux sur du papier positif à l'argent; on compose alors les positifs avec l'original au point de vue du rendu des couleurs jaune, rouge et bleu.

Si, par exemple, dans l'épreuve provenant du cliché du vert, laquelle doit donner le rouge, on remarque des parties trop transparentes, ce qui transformerait le bleu en violet; on peut, avec une estompe de papier enduite de graphite, voiler un peu ces transparences et ramener le ton voulu.

Ces sortes de retouches, qui n'altèrent en rien la pureté de l'original, s'imposent souvent; on doit donc s'y exercer de façon à faire convenablement les retouches nécessaires.

Avec de la gomme *mie de pain,* on atténue le voile si, après un essai, on s'aperçoit qu'il est trop intense.

Préparation de mixtions colorées pour les impressions trichromes, par le procédé dit « au charbon » et le procédé à la gomme bichromatée.

Il est difficile, sinon impossible, de se procurer des mixtions préparées avec les couleurs voulues pour les impressions trichromes dites *au charbon*. Il convient donc de savoir les préparer soi-même.

Tout d'abord, on se procure des couleurs de gouache, susceptibles de se mélanger avec la gélatine *sans la teindre*. Les couleurs à demander sont la laque de garance, la laque jaune et l'outremer.

Après un essai préalable, quand on s'est assuré que ces couleurs se délayent dans l'eau sans la teindre, on en met la quantité voulue dans une solution de gélatine Nelson très soluble, et l'on recouvre de cette mixtion des feuilles de papier qu'on a d'abord bien tendues sur un support rigide. Par exemple, en les enduisant au dos d'un vernis poisseux au caoutchouc.

L'adhérence est ainsi parfaite, et le papier ne se soulève pas sous l'influence de la mixtion colorée.

La plaque portant le papier est posée bien horizontalement sur un support à vis calantes, puis on y verse la mixtion tiède, de manière à l'en recouvrir sur une épaisseur de 1^{mm} environ.

On laisse sécher à l'abri de la poussière.

La préparation de ces mixtions, ainsi faite, ne présente aucune difficulté, et elle ne demande que des soins minutieux pour avoir des couches bien régulières et bien propres.

Pour la *gomme bichromatée,* les solutions colorées sont obtenues avec les mêmes couleurs, mais elles sont passées successivement sur le même support après chaque développement, en ayant

soin de recouvrir d'une couche de collodion normal à 2 pour 100 chacune des épreuves développées.

Dans le cas des *gommes bichromatées,* il faut avoir soin de ménager la possibilité des repérages successifs, en traçant sur les mêmes côtés de chaque négatif un angle droit bien net, que l'on fera coïncider avec celui qu'aura imprimé la première couleur. Cette méthode, bien que susceptible de donner d'intéressants résultats, nous semble pourtant présenter des difficultés qu'on ne rencontre pas dans l'emploi du procédé au charbon.

L'absorption des radiations ultra-violettes.

On sait que les radiations ultra-violettes, bien qu'invisibles, ont la propriété d'impressionner fortement les plaques sensibles; il est donc d'un grand intérêt de se mettre à l'abri de cette action très nuisible dans les reproductions des couleurs.

Certaines substances translucides arrêtent ces radiations; de ce nombre sont l'acide picrique, le verre d'urane, une forte solution de chlorophylle. L'esculine, qui est un extrait du marron d'Inde, est un absorbant de l'ultra-violet.

Il est facile de concevoir que, par suite de cette action de radiations actives, mais invisibles, les

effets obtenus à travers les écrans colorés, se trouvent différents de ceux que l'œil voit et sont, par suite, entachés d'erreurs.

Le trichromiste doit s'efforcer d'y remédier, il y arrivera facilement à l'aide d'essais faits avec la chambre spectrographique de Tallent, décrite plus haut.

FIN.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES AUTEURS CITÉS

Airy, 29.
Angerer, 232.
Baker (Harold), 306.
Berget (Alphonse), 79.
Becquerel (Edmond), 47, 49, 50.
Bezold (Von), 45.
Brasseur, 170, 171.
Brewster (David), 29, 40, 43.
Chapman (Jones), 259.
Chaupe, 72.
Chevreul, 35.
Collen (Henri), 51.
Contamine (Richard), 85.
Cros (Charles), 53, 54, 55, 56, 58, 61, 66, 71, 72, 136, 191, 232,
Davanne, 54, 55.
Donought (Mac), 66, 171.
Draper, 29.
Drouin (F.), 79.
Ducos du Hauron (Louis), 40, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 64, 66, 67, 71, 71, 72, 136, 143, 172, 191.
Fleming et Cie, 320.
Florent (de Saint), 79.
Gaumont (L.), 139.
Helmhotz, 41, 43, 44.
Hemmerlé, 72, 232.
Herschell (I.), 47.
Hunt, 48.
Ives, 52, 129, 131, 143, 161, 172.
Joly, 66, 165, 166, 172.
Kitz, 79.
Krone, 79.
Lambert, 41.
Lambert et Cie, 248, 249.
Lascelles (Davidson), 318.
Lippmann, 49, 75, 76, 79, 80, 83, 89, 172.
Lorilleux et Cie, 320.
Lumière (frères), 73, 79, 83, 85, 88, 91, 188, 190.
Marion, 55.
Maxwell (Clarke) 28, 44, 50, 51, 294, 296, 306.
Melloni, 29.
Mietthe, 311, 312, 313, 315.
Müller (J.-J.), 44, 45.

Nachet (C.), 131, 132, 133, 137, 139.
Neuhauss (Dr R.), 283, 290.
Niepce de St-Victor, 49.
Penrose, 82, 120.
Pierce (Charles), 47.
Poitevin, 49.
Rood, 26, 28, 40, 42.
Rutherfurd, 24.
Sanger-Sheperd, 110, 258, 299.
Seebeck, 48.
Tallent (Alexander), 132, 172, 271, 281, 329,
Thorp, 271.
Vallot (E.), 73, 284.
Valenta, 79, 85.
Vierordt (C.), 26.
Warburg (I.), 251.
Warnercke, 259.
Watkins (Alfred), 309.
Worel (Karl), 290, 292.
Wood, 68, 165, 171, 172, 179.
Young, 44, 51.

FIN DE LA TABLE ALPHABÉTIQUE.

32310. — Paris, Imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS,

Quai des Grands-Augustins, 55. — Paris.

Envoi franco contre mandat-poste ou valeur sur Paris.

Vidal (Léon). — *La Photographie des débutants.* Procédé négatif et positif. 2e édition. In-18 jésus, avec fig.; 1889. 2 fr. 75 c.

Vidal (Léon). — *Manuel du touriste photographe.* 2 volumes in-18 jésus, avec nombreuses figures. Nouvelle édition, revue et augmentée; 1889. 10 fr.

On vend séparément :

Ire Partie : Couches sensibles négatives. — Objectifs. — Appareils portatifs. — Obturateurs rapides. — Pose et Photométrie. — Développement et fixage. — Renforcateurs et réducteurs. — Vernissage et retouchedes négatifs. 6 fr.

IIe Partie : Impressions positives aux sels d'argent et de platine. — Retouche et montage des épreuves. — Photographie instantanée. — Appendice indiquant les derniers perfectionnements. — Devis de la première dépense à faire pour l'achat d'un matériel photographique de campagne et prix courant des produits. 4 fr.

Vidal (Léon). — *Manuel pratique d'Orthochromatisme.* In-18 jésus, avec figures et 2 planches dont une en photocollographie et un spectre en couleur; 1891. 2 fr. 75 c.

Vidal (Léon). — *Photographie des Couleurs.* Sélection photographique des couleurs primaires. Son application à l'exécution de clichés et de tirages propres à la production d'images polychromes à trois couleurs. In-18 jésus, avec figures et 5 planches en couleurs; 1897. 2 fr. 75 c.

Vidal (Léon). — *Traité pratique de Photogravure en relief et en creux.* In-18 jésus de XVIII-445 pages, avec 65 figures et 6 planches; 1900. 6 fr. 50 c.

Vidal (Léon), Officier de l'Instruction publique, Professeur à l'École nationale des Arts décoratifs. — *Traité pratique de Phototypie*, ou *Impression à l'encre grasse sur couche de gélatine.* In-18 jésus, avec belles figures sur bois et spécimens; 1879. 8 fr.

Vidal (Léon). — *Traité pratique de Photoglyptie*, avec et sans presse hydraulique. In-18 jésus, avec 2 planches photoglyptiques et nombreuses figures; 1881. 7 fr.

Vidal (Léon), Officier de l'Instruction publique, Professeur à l'École nationale des Arts décoratifs. — *Traité pratique de Photolithographie.* Photolithographie directe et par voie de transfert. Photozincographie. Photocollographie. Autographie. Photographie sur bois et sur métal à graver. Tours de main et formules diverses. In-18 jésus, avec 73 figures, 2 planches et spécimens de papiers autographiques; 1893. 9 fr. 50 c.

32310. — Paris. Imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.

FA6660.60
Traite pratique de photochromie
Fine Arts Library BBF1996
3 2044 034 621 854

This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.